



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO INDUSTRIAL

Título del proyecto:

“SISTEMA DE CALEFACCIÓN PARA UNIFAMILIAR
MEDIANTE ENERGÍAS RENOVABLES (SOLAR, BIOMASA
Y GEOTÉRMICA)”

Documento 1: MEMORIA

Aitor Úriz Larrea

Tutor: José Vicente Valdenebro

Pamplona, Julio de 2010

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	1
1.1.	Objeto del proyecto	1
1.2.	Reglamentación general	1
1.3.	Datos de partida	1
2.	INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN	3
2.1.	Clasificación de los sistemas de calefacción	3
2.1.1.	Según el método de obtención del calor	3
2.1.2.	Por el grado de concentración	4
2.1.3.	En función del fluido portador del calor	5
2.1.4.	Por el tipo de aparato calefactor	5
2.1.5.	En función de la red de conexión de los aparatos	5
2.1.6.	Solución adoptada	5
2.2.	Suelo radiante generalidades	6
2.2.1.	Ventajas de un sistema de calefacción mediante suelo radiante	6
2.2.2.	Causas de ahorro energético de una calefacción por suelo radiante	7
2.2.3.	Características constructivas de un suelo radiante	8
2.2.4.	Elementos fundamentales de las instalaciones	9
2.2.5.	Aislamientos	9
2.2.6.	Sistemas de fijación	10
2.2.7.	Banda perimetral	10
2.2.8.	Distribuidor	10
2.2.9.	Bomba de calefacción	11
2.2.10.	Vasos de expansión	11
2.3.	Tipos de circuitos y sus variantes	11
2.3.1.	Formas básicas de distribución del tubo	11
2.3.2.	Variantes en el modo de distribución	12
2.4.	Instalación y regulación de los diferentes generadores de calor	12
2.4.1.	Suelo radiante con caldera de combustibles líquidos	13
2.4.2.	Suelo radiante con chimenea con recuperador de calor por agua o con caldera de combustibles sólidos	14
2.4.3.	Suelo radiante con caldera de gas o eléctrica	14
2.4.4.	Suelo radiante con bomba de calor	14

2.4.5. Suelo radiante con colectores solares	15
2.5. Descripción de los cerramientos y datos iniciales	15
2.5.1. Carpintería exterior	15
2.5.2. Fachada	15
2.5.3. Techo sobre porche de entrada	15
2.5.4. Cerramiento de separación de escaleras	16
2.5.5. Suelo	16
2.5.6. Techo	16
2.5.7. Puerto de acceso a planta	16
2.5.8. Datos iniciales	16
2.6. Balance térmico de la instalación	16
2.6.1. Determinación de la zona climática	16
2.6.2. Transmitancia térmica de cerramientos, particiones interiores y huecos	17
2.6.2.1. Cerramientos en contacto con el aire exterior	17
2.6.2.2. Particiones interiores en contacto con espacios no habilitados	18
2.6.2.3. Transmitancia térmica de huecos. Factor solar modificado	18
2.6.2.4. Cuadro resumen resultados cerramientos	18
2.6.3. Condensaciones superficiales e intersticiales	19
2.6.3.1. Condensaciones superficiales	19
2.6.3.2. Condensaciones intersticiales	19
2.6.4. Fichas justificativas	20
2.6.5. Necesidades caloríficas	25
3. INSTALACIÓN DE AGUA CALIENTE SANITARIA (A.C.S.)	27
3.1. Generalidades	27
3.2. Clasificación de los sistemas ACS	27
3.2.1. Calentadores instantáneos	27
3.2.2. Acumuladores	27
3.2.3. Acumuladores eléctricos	27
3.3. Solución adoptada	28
3.4. Diseño de la instalación	28
3.4.1. Materiales para las conducciones	29
3.4.2. Bomba de circulación	30
3.5. Legionela	30

3.5.1. Instalación y equipos implicados	31
3.5.2. Acciones preventivas en el diseño y en el montaje	32
3.5.3. Instalaciones de agua sanitaria	35
3.5.4. Acciones en la explotación	36
4. INSTALACIÓN SOLAR	38
4.1. Introducción	38
4.2. Teoría de la energía solar	38
4.2.1. Fenómenos que sufre la radiación solar	38
4.2.2. Características de la radiación solar	38
4.2.3. Radiación solar sobre la superficie terrestre	39
4.2.4. Radiación solar sobre la superficie plana	39
4.2.5. Datos sobre la radiación solar	39
4.3. Sistemas de captación y aprovechamiento de energía solar	39
4.3.1. Cubierta transparente	40
4.3.2. Placa captadora	41
4.3.3. Aislamiento	41
4.3.4. Carcasa	42
4.3.5. Funcionamiento del colector solar plano	42
4.4. Agua caliente sanitaria	43
4.5. Datos de partida	43
4.5.1. Esquema hidráulico de la instalación	43
4.6. Diseño del sistema de captación	44
4.6.1. Orientación e inclinación	44
4.6.2. Fijación	44
4.6.3. Conexión de los paneles solares	45
4.7. Cálculo de la carga de consumo	46
4.8. Dimensionado del volumen de captación	49
4.9. Selección del fluido caloportador	50
4.10. Diseño del circuito hidráulico	51
4.11. Otros elementos de la instalación	53
4.12. Caldera de apoyo	55
4.12.1. Depósito de combustible	55
4.12.2. Ventilación del local donde se sitúa la caldera	55
4.13. Sistemas de regulación y control	55

4.14. Aislamiento	55
5. INSTALACIÓN DE BIOMASA	57
5.1. Calefacción de edificios con biomasa	57
5.1.1. Introducción	57
5.1.2. Ventajas e inconvenientes	57
5.1.3. Beneficios socioeconómicos y medioambientales de la biomasa	58
5.2. Combustibles	59
5.2.1. Pelets	60
5.2.1.1. Fabricación de pelets	61
5.2.1.2. Los pelets en Europa	62
5.3. Transporte y distribución de combustible	62
5.4. Almacenamiento de la biomasa	62
5.5. Operación y mantenimiento	63
5.6. Caldera	63
5.6.1. Combustible	64
5.6.2. Silo	64
5.6.3. Chimenea	65
5.6.4. Sistema de seguridad	65
6. INSTALACIÓN GEOTÉRMICA	66
6.1. Introducción	66
6.2. Ventajas e inconvenientes	66
6.3. Tipos de instalaciones geotérmicas	68
6.3.1. Red horizontal	68
6.3.2. Red vertical	69
6.3.3. Circuito abierto	70
6.3.4. Tipo de instalación seleccionada	70
6.4. Bomba de calor geotérmica	71
6.4.1. Bomba de calor seleccionada	71
7. PRESUPUESTO	72
8. ESTUDIO DE VIABILIDAD	72

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Objeto del proyecto

Este proyecto tiene como objeto el diseñar y valorar la Instalación de Calefacción y agua caliente sanitaria a instalar en una vivienda unifamiliar adosada, situada en c/ Avenida Constitución nº 17 de Artajona (Navarra), utilizando para ello estas energías renovables: solar térmica (con apoyo de caldera de gasoil), biomasa y bomba de calor geotérmica. Se proyectará la instalación para cada tipo de las energías mencionadas y se mostraran las ventajas y desventajas de cada una.

1.2. Reglamentación general.

La reglamentación imprescindible para el desarrollo del presente documento, se resume a las siguientes:

- Código Técnico de Edificación.
- Reglamento e instrucciones técnicas de la instalación de calefacción, climatización y agua corriente sanitaria.
- Normas Tecnológicas de la Edificación (NTE).

1.3 Datos de partida de la vivienda

La vivienda se encuentra situada en un solar de 1251 m² junto a otras tres viviendas de similares características, situadas a pie llano de la Avda. de la Constitución. Se encuentra delimitado por ésta, por la calle Camino Viejo, por la calle posterior en prolongación de la calle Churrumbillo, y a su derecha por las viviendas existentes.

Se dispone de los servicios de acceso rodado pavimentado, abastecimiento de agua, saneamiento, energía eléctrica, telefonía y alumbrado público.

La vivienda tiene una disposición muy parecida, en las que se distinguen tres plantas:

- La planta semisótano que se destinará a garaje y trastero.
- Planta baja, que incluirá salón-comedor, cocina, tres dormitorios y dos baños, uno de ellos incorporado al dormitorio principal.
- La entrecubierta para usos diversos.

Las dimensiones de la vivienda son las siguientes:

HALL.....	10.96 m ²
COCINA.....	11.29 m ²
SALON-COMEDOR.....	24.07 m ²
DORMITORIO 1.....	9.28 m ²
VESTIDOR.....	5.60 m ²
DORMITORIO 2.....	12.91 m ²
DORMITORIO 3.....	13.65 m ²
ESCALERA.....	8.42 m ²
BAÑO 1.....	5.15 m ²
BAÑO 2.....	4.79 m ²
BALCON.....	1.52 m ²

TOTAL P.BAJA107.65 m²

SEMISOTANO.....	113.92 m ²
ENTRECUBIERTA.....	60.87 m ²

TOTAL VIVIENDA282.44 m²

2. INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN

Para realizar el presente proyecto se ha seguido el Documento Básico He de Ahorro de Energía y el Reglamento de Instalación de Calefacción, Climatización y Agua Caliente Sanitaria editado por el Ministerio de Energía

2.1. Clasificación de los sistemas de calefacción

Existen muchas formas de clasificar los sistemas de calefacción, ya que sistemas que en principio, pueden parecer muy distintos presentan variantes muy parecidas y susceptibles de ser descritas de formas análogas. Una forma de clasificar los sistemas de calefacción podría ser:

- Según el modo de obtención del calor.
- Por el grado de concentración.
- En función del fluido portador de calor.
- Por el tipo de aparato calefactor.
- En función de la red de conexión de los aparatos.

2.1.1. Según el modo de obtención del calor.

Según este criterio, los sistemas se clasifican como sigue:

Calefacción eléctrica

Corresponde a todos aquellos sistemas de calefacción que utilizan la disipación de la energía eléctrica mediante el efecto Joule como fuente de calor. Se conoce como efecto Joule el fenómeno de que una corriente eléctrica, al pasar por una resistencia, desprende calor.

Calefacción por energía solar

En esta clase de instalaciones se hace uso de la radiación electromagnética que procede del sol y que, mediante la llamada conversión fototérmica, se transforma en energía térmica que almacena un fluido caloportador (agua generalmente).

Calefacción convencional

Los sistemas de calefacción convencional son los que emplean como fuente energética el calor de combustión de un combustible orgánico sólido, líquido o gaseoso. Es el tipo de calefacción más utilizado.

Calefacción termodinámica

Este tipo de calefacción se centra en la bomba de calor. La bomba de calor es una máquina que permite la climatización a lo largo de todo el año: tanto la refrigeración en verano como la calefacción en invierno la cual obtiene un rendimiento energético muy elevado.

Calefacción geotérmica

Podría incluirse en el apartado anterior, ya que se basa en la bomba de calor. Es un sistema que es capaz, mediante una bomba geotérmica o generador termodinámico, de captar el calor que hay en el subsuelo (el cual tiene la capacidad de permanecer a una temperatura constante a una determinada profundidad) y de disiparlo en el interior de la vivienda mediante un sistema de suelo radiante o utilizando radiadores.

2.1.2. Por el grado de concentración

Por el grado de concentración o de centralización la calefacción puede ser:

- ***Unitaria:*** Cuando el calor se produce y emite desde un aparato que calienta total o parcialmente un recinto.
- ***Individual:*** En este caso, la producción de calor se lleva a cabo para varios aparatos calefactores o emisores y corresponde a una sola unidad de consumo (vivienda, oficina, etc.).
- ***Colectiva:*** Como la individual, la calefacción está centralizada para un conjunto de aparatos calefactores o emisores y corresponde a diversas unidades de consumo (edificio completo, varios edificios, etc.).

2.1.3. En función del fluido portador del calor

Según el fluido encargado de procurar la transferencia de calor al recinto que se ha de calefactar, los sistemas o instalaciones de calefacción se subclasifican en:

Calefacción por aire.
Calefacción por agua.
Calefacción por vapor.
Calefacción por fluidos caloportadores.

2.1.4. Por el tipo de aparato calefactor

Por este concepto las instalaciones se clasifican en:

Instalaciones de radiadores.
Instalaciones de convectores.
Instalaciones con suelo radiante.
Instalaciones de fan-coils. (Ventilador y serpentín).
Instalaciones de aerotermos.

2.1.5. En función de la red de conexión de los aparatos

Según como sea el diseño y trazado de la red de interconexión de los aparatos calefactores, las instalaciones se clasifican en:

Instalaciones monotubo.
Instalaciones bitubo.
Instalaciones de retorno directo.
Instalaciones de retorno invertido.
Instalaciones de distribución superior.
Instalaciones de distribución inferior.

2.1.6. Solución adoptada

Tras realizar un estudio sobre los diferentes sistemas de calefacción se han tomado las siguientes decisiones:

Se descarta la calefacción termodinámica porque es un sistema mejor aprovechado para climatización que para calefacción.

La calefacción eléctrica es descartada debida a su bajo rendimiento y principalmente por el elevado coste de la energía eléctrica. Todo esto pese a su fácil instalación, no poseer ni calderas, ni chimeneas, ni dispositivos...

La calefacción por **energía solar** es un sistema cada vez más en uso en la que solo se paga por el mantenimiento de la instalación. Sin embargo existen días en los que debido a la insuficiencia de la radiación, la energía solar no será capaz de proporcionar a los locales de la vivienda la temperatura deseada por lo que se necesitara el apoyo de una caldera. En nuestro caso a estudiar, esta caldera será de gasoil.

Otro sistema que vamos a analizar es el sistema de calefacción por **biomasa**. Se trata de otro sistema que cada vez se emplea más y está considerado por la unión europea como una energía renovable.

También se va a estudiar el **sistema geotérmico**, un sistema que se encuentra en plena expansión y con gran aceptación en los países nórdicos. Como se ha dicho anteriormente se basa en la bomba de calor, y además de esta necesitaremos sondas de captación para completar la instalación.

2.2. Suelo radiante generalidades

Por las virtudes y naturaleza de los sistemas de calefacción mediante suelo radiante, se ha considerado acertada la adopción de este sistema de calefacción y a continuación se describen las principales ventajas que conlleva:

2.2.1. Ventajas de un sistema de calefacción mediante suelo radiante

Las diferencias fundamentales con el resto de los sistemas de calefacción son las siguientes:

- La temperatura de trabajo del agua está entre los 30 y 50°C, no superando nunca los 55°C. Esto permite usar generadores de calor a baja temperatura.
- En un local calefactado por este sistema la temperatura es muy uniforme. No existen zonas frías y zonas caliente como ocurre en calefacciones por aire o por radiadores.
- La ausencia en paredes y techos de emisores de calor permite más versatilidad en las propuestas de decoración y disposición del mobiliario aumentando el confort visual y la estética.
- La velocidad de circulación del aire no supera los 0.05m/s con lo que no hay movimiento de polvo ni ennegrecimiento de paredes y cortinas. Además, por este motivo se evita la sensación desagradable de corrientes fluctuantes de aire.
- Desde el punto de vista de salud, disminuye la probabilidad de contraer afecciones respiratorias al no existir prácticamente corrientes de aire y no influir de manera importante a la humedad relativa, ya que trabaja con una temperatura seca del aire ambiente de al menos 2°C por debajo que con otras calefacciones.

- Un sistema radiante cumple mejor que ningún otro con las condiciones interiores de bienestar térmico establecidas en la RITE en su ITE 02.2.1, en lo que se refiere a gradiente térmico según la altura y a velocidad de circulación del aire.

2.2.2. Causas del ahorro energético de una calefacción por suelo radiante

Además de las características enumeradas en el apartado anterior, una de las principales ventajas de un sistema radiante es el ahorro de energético que produce en comparación con otros que usan el mismo tipo de energía primaria. Podemos enumerar las siguientes causas de su eficiencia energética.

- Menor temperatura del agua de distribución.

La temperatura en las tuberías generales es como mínimo 25°C inferior a la de otros sistemas, por lo que cuando estas pasan por dependencias o zonas que no necesitan calor disminuimos considerablemente las pérdidas.

- Menor temperatura del techo.

Las pérdidas por transmisión Q_t , en un cerramiento de techo son:

$$Q_t = K (T_t - T_{ext})$$

Donde:

Q_t : pérdidas en Kcal / hm² o W/m²

K: coeficiente de transmisión de calor del cerramiento en Kcal / hm°C o W/m²°C

T_t : temperatura de la superficie interior del techo.

T_{ext} : temperatura ambiente exterior que suponemos igual a la de la superficie exterior del cerramiento del techo.

Y suponiendo una temperatura exterior de 8°C, el salto térmico entre la superficie interior del techo y la exterior es de 18°C para una calefacción convencional, y de 12°C para un sistema radiante. En estas condiciones tendremos que las pérdidas Q_t en una calefacción convencional serían:

$$Q_t = K \cdot 18$$

Y las pérdidas Q_r de una calefacción radiante:

$$Q_r = K \cdot 12$$

Y relacionando ambas expresiones tenemos que:

$$Q_t / Q_r = (K \cdot 18) / (K \cdot 12) = 18/12 = 1.5$$

Es decir, con una calefacción conventiva, ya sea por radiadores, ventiloconvectores o por bomba de calor, y para estos parámetros térmicos, perdemos aproximadamente un 50% más de calor por el techo.

- Menor temperatura del aire ambiente.

Con una calefacción por suelo radiante podemos tener el aire alrededor de 20°C para sentir confort, mientras que por radiadores el aire debe estar a unos 22°C. Cuando ventilamos voluntariamente el local o se producen renovaciones incontroladas del aire interior, tiramos el calor contenido en el mismo.

- Aprovechamiento de las aportaciones gratuitas de calor.

El suelo es capaz de aprovechar las aportaciones gratuitas de calor como las procedentes de la radiación solar, de aparatos que emiten calor, de lámparas halógenas o de un aumento brusco del número de personas.

- Capacidad de distribución del calor.

Aunque difícilmente cuantificable, cuando por incidencia de la radiación solar, o por algún otro factor más o menos circunstancial, se produce una aportación gratuita de calor o frío en una zona del suelo o superficie radiante, el sistema de tubos empotrados absorbe esta fluctuación térmica repartiéndola por el resto de circuitos o superficies, y como consecuencia entre los distintos ambientes.

2.2.3. Características constructivas de un suelo radiante.

En la zona inferior de los tabiques y de los muros exteriores va colocada una banda de material aislante flexible de no más de 1cm de espesor, que llegará hasta el nivel de solería. Esta tira lateral elimina la unión sólida del mortero y el solado con el tabique. Sobre el forjado van colocadas planchas de aislamiento, con espesor de 2 a 4cm, de material sintético o mineral con densidad suficiente como para soportar sobradamente las cargas de presión en una vivienda.

Al aplicar el mortero fresco, para evitar su penetración por los intersticios entre paneles aislantes si estos no van machihembrados, o entre los paneles y la franja perimetral se suele usar una lámina delgada e plástico que se coloca sobre el aislante.

Cuando la humedad puede penetrar por el forjado y ser absorbida por el aislamiento ganado este con conductividad se puede usar también una capa delgada de plástico como barrera antivapor.

Sobre el aislamiento se distribuyen las tuberías, normalmente de no más de 20mm de diámetro. El mortero formado por la mezcla de cemento, arena, agua y un aditivo especial, las envuelve, quedando una capa por encima de ellas con un mínimo, salvo casos especiales de 4cm. Y por último se sitúa la solería de cualquier material de los usados habitualmente, desde el granito hasta el parquet. Lo que no hay que hacer nunca es colocar una tarima que deje una cámara de aire entre el mortero y el solado.

2.2.4. Elementos fundamentales de las instalaciones

Son las llamadas termoplásticas está ya extendido el uso de tres tipos de tuberías de plástico, éstos son: polipropileno copolímer (PP-e), polibutileno (PB), o polietileno reticulado (PER o VPE). Los tres materiales son polímeros formados por macromoléculas que a su vez están formadas por la concatenación de unidades o monómeros de moléculas orgánicas de menor tamaño.

Es difícil hablar con concreción de las características físico-químicas de los plásticos del mercado, dada la gran variedad y versatilidad de los procesos de fabricación, confiriéndole a materiales denominados de igual modo pero de distinto fabricante características diferenciadas. No obstante, las tres tuberías termoplásticas mencionadas tiene características comunes: son flexibles, de paredes muy lisas y sensibles a la componente ultravioleta de la radiación solar, que provoca en ellas efectos de envejecimiento y pérdidas de elasticidad. En las condiciones de presión y temperatura de trabajo de una calefacción radiante suelen tener garantías de los fabricantes de 50 años, aunque de durabilidad dan resultados muy superiores.

2.2.5. Aislamientos

Para evitar que el calor se propague hacia abajo es preciso un aislante entre el forjado y el mortero que cubre los tubos. El material más empleado para este fin es el poliestireno expandido de alta densidad, con una densidad superior a 20 Kg por m³. Esta es la densidad mínima para que soporte sin deformaciones la losa del pavimento y todo lo que se encuentre sobre ella. Hay varios sistemas de aislamiento de suelo con espesores generalmente comprendidos entre 2 y 4cm, así tenemos:

- Planchas lisas de el poliestireno expandido de alta densidad sin machihembrado.
- Planchas lisas de el poliestireno expandido machihembradas que se solapan unas con otras por el lateral.
- Planchas con tetones para guiar el tubo a las distancias adecuadas y servir de sistema de fijación (estas son las seleccionadas en el desarrollo del proyecto).

- Planchas especiales de muy alta densidad con capas rígidas de cloruro de polivinilo o de polietileno para soportar pesos importantes.
- Planchas de pequeño espesor y de muy alta densidad, para lugares en los que tengamos limitada la altura.

2.2.6. Sistemas de fijación

Al desenrollar la tubería sobre el aislante base es necesario fijarla al mismo. Cualquier sistema de fijación del tubo al aislamiento puede ser válido siempre que no se provoquen rozamientos que pudieran deteriorar las paredes del tubo en sus esfuerzos de dilatación y contracción, debido a los habituales cambios de temperatura. Citaremos algunos de los más usuales por orden cronológico de aparición y uso:

–Fijación con mallazo y lazos: consiste en colocar un mallazo sobre la capa de aislante y fijar los tubos a él mediante lazos no metálicos, y no muy apretados para no dañar el tubo.

–Fijación con guías y grapas: con tacos y tornillos en el forjado se fijan sobre el aislamiento base unas guías metálicas o de plástico que llevan incorporadas, o sobre las que se encajan, unas grapas que a su vez sirven para la fijación del tubo.

–Fijación con grapas: consiste en unas grapas que se roscan sobre el aislamiento y en las que se encaja a posteriormente el tubo.

–Fijación con grapas arpón: las grapas se colocan con una herramienta especial al mismo tiempo que se desenrolla el tubo.

–Fijación incorporada en el aislamiento: las planchas incorporan unos tetones entre los que se encaja el tubo.

2.2.7. Banda perimetral.

Es una banda de material aislante que separa la losa de mortero y el solado de las paredes, logrando que éste sea un pavimento, flotante, facilitando la dilatación del mismo y paliando el efecto de fuga de calor debido al puente térmico del suelo con las paredes y los cerramiento laterales. La temperatura de trabajo de los sistemas radiantes no implica riesgo de rotura del solado por efectos de dilatación. El material para la banda perimetral puede ser poliuretano, poliestireno expandido o algún otro material aislante

2.2.8. Distribuidor

Como su nombre indica, su misión es distribuir el agua de la tubería general que lleva el agua caliente o fría a cada uno de los circuitos emisores, normalmente divididos por habitaciones, y recoger el agua de los circuitos para devolverla por una tubería general al generador. El distribuidor está compuesto de dos tuberías

horizontales paralelas sujetas a la pared mediante un soporte, a estas tuberías llamadas colectores se les acoplan en derivación válvulas, detentores, purgadores, termómetros, grifos de vaciado y caudalímetros, y de ellos parten los tubos hacia el suelo. Uno de los tubos colectores es de “ida” y el otro el de “retorno”.

Los distribuidores deben llevar un detector por circuito para que el técnico pueda regular el caudal de paso a cada uno de ellos, realizando un equilibrado hidráulico de la instalación. También deben incorporar una válvula micrométrica por cada circuito para que el usuario pueda conectar o desconectar la calefacción en las distintas zonas o habitaciones a las que corresponde.

Otros mecanismos imprescindibles que debe incorporar el distribuidor son los purgadores. Los purgadores permiten la evacuación del aire de las instalaciones, y pueden ser manuales o automáticos; debe situarse uno en el colector de ida y otro en el de retorno, o al menos en el tubo colector que esté situado más alto, que preferiblemente será el de retorno.

A cada uno de los tubos colectores, con objeto de poder independizarlos del resto de la instalación, se le conectarán unas llaves de espera, una a la entrada del colector de ida y otra a la salida el de retorno.

2.2.9. Bomba de calefacción.

En el circuito de calefacción tendremos una bomba o circulador encargado hacer que circule el agua desde la caldera o bomba de calor hasta el colector y hacer que circule el fluido por los diferentes circuitos del suelo radiante. Se ha elegido el circulador UPS 25-60, cuyos datos pueden verse en el anexo 4.

2.2.10. Vasos de expansión.

Para el circuito de calefacción también hemos escogido un vaso de expansión como medida preventiva contra posibles dilataciones del fluido, utilizando un modelo de cálculo basado en los coeficientes de dilatación de agua dependiendo a la temperatura que lo hagan. Teniendo en cuenta la dilatación que adquiere el agua y a los grados que lo hace, toma un valor de coeficiente de dilatación. Aplicando este coeficiente al volumen que tenemos nosotros de líquido nos dará el volumen que deberemos adoptar como mínimo en el volumen de expansión.

El modelo elegido será el mismo que en el circuito primario, será de Sedical, modelo Reflex de 8 litros cuyos datos pueden verse en el anexo 3.

2.3. Tipos de circuitos y sus variantes

2.3.1. Formas básicas de distribución del tubo.

La distribución del tubo debajo de la solería no debe ser aleatoria, procuraremos que la disposición del tubo embutido en la capa de mortero repercuta en un reparto homogéneo del calor por toda la superficie del solado. Esto se consigue

determinando la separación entre tubos y manteniendo un mínimo espesor de la capa de mortero por encima de la generatriz superior del tubo (recomendable 4cm).

El tubo se extiende formando serpentines o espirales con tres formas básicas:

1. La distribución en serpentín simple.
2. La distribución en doble serpentín.
3. La distribución en espiral.

Para cualquiera de los tres tipos de distribución siempre se comienza a unos 15 o 20cm de una de las paredes o límite de circuito y se alinea el tubo de forma paralela a los mismos.

- La distribución en serpentín simple consiste en deslizar el tubo formando líneas paralelas de ida y vuelta manteniendo equidistancia de cálculo entre ellas. Es la forma más fácil de instalar.
- El doble serpentín se ejecuta intercalando una línea de ida con otra de retomo. Al desenrollar el tubo se realiza una hilada, se hace una curva de 180° dejando en medio tres veces la distancia de separación entre tubos, que debe quedar al final, para poder intercalar dos nuevas líneas a la vuelta, se vuelve a tirar otra línea y de nuevo una curva de 180° esta vez dejando sólo una distancia de separación y así repetidamente.
- La distribución en espiral consiste en deslizar el tubo desde los límites exteriores hacia el centro de la habitación, dejando entre líneas paralelas dos distancias de separación para poder volver con el tubo por entre dos líneas y que al final todas las líneas disten la misma distancia unas de otras. Una vez que se llega al centro se hacen dos giros de 180° y se sale por el medio del espacio que hemos dejado. La espiral debe seguir tramos paralelos a la forma de la habitación o zona aunque esta sea irregular. Es el modo de distribución que mejor homogeneiza la temperatura de la superficie radiante, pues se van intercalando los primeros tubos de ida con los últimos de retorno.

2.3.2. Variantes en el modo de distribución.

En habitaciones alargadas con un gran ventanal podemos crear diferenciales de emisión térmica realizando dos zonas con distinta separación entre tubos, esto se puede conseguir con una doble espiral, esto es:

Se hace primero una espiral con una separación entre tubos, y al terminar ésta, una segunda con menor separación en la zona más próxima al encristalamiento.

En el caso de que la habitación o local tenga tres paredes exteriores que, por ejemplo por su orientación norte se prevean que van a ser paredes muy frías, podemos realizar una espiral partida, que es como un serpentín simple de centro hacia fuera, en la que el aporte de calor es mayor cuanto más cerca se esté de los muros exteriores. En este caso no es indiferente la dirección de circulación del agua en el circuito, ya que la ida debe entrar por el exterior y el retomo salir del centro de la habitación, pues de equivocarnos produciríamos el efecto contrario al deseado.

En grandes locales, como iglesias, invernaderos, etc., o en exteriores, como tejado o campos de fútbol, la distribución puede hacerse utilizando dos tubos embutidos de mayor diámetro que actúen como tubos colectores de otros de menor diámetro conectados a ellos mediante té.

2.4. Instalación y regulación de los diferentes generadores de calor

En el siguiente apartado vamos a explicar brevemente los diferentes generadores de calor.

2.4.1. Suelo radiante con caldera de combustibles líquidos.

La mayor parte de las calderas de combustibles líquidos que se encuentran en el mercado y que son propuestas por los instaladores por tener unos precios razonablemente competitivos tienen que trabajar con una temperatura de salida de agua de 60°C. Esto es debido a que los gases de combustión, además de dióxido de carbono, monóxido de carbono, óxido de nitrógeno y carbonilla, contienen agua en forma de vapor y anhídridos de azufre. Cuando la temperatura de estos gases no es muy alta y no se produce un tiro rápido y eficaz por la chimenea se forma ácido sulfúrico, que puede condensarse sobre las paredes del conducto de evacuación y del cuerpo de la caldera, provocando una acelerada corrosión del hierro que la conforma.

Existen calderas que pueden trabajar con bajas temperaturas en el hogar, pero tienen unos precios poco competitivos. Por este motivo una caldera de gasoil o fueloil no puede conectarse directamente a los distribuidores de circuitos de un sistema de calefacción radiante, ya que el agua entraría en los mismos a temperaturas superiores a los 55°C, provocando problemas de sobrecalentamiento del tubo y por tanto de la superficie del suelo. Las temperaturas de ida adecuadas para trabajar con una calefacción por suelo radiante están entre los 35°C y 45°C. Para conseguir estas temperaturas es necesario intercalar entre la caldera y los distribuidores una válvula mezcladora de 3 o 4 vías que circule hacia el distribuidor de ida una parte o todo el caudal de retomo.

2.4.2. Suelo radiante con chimenea con recuperador de calor por agua o con caldera de combustibles sólidos.

Las calderas de combustibles sólidos son asimilares en cuanto a funcionamiento, regulación e instalación a las chimeneas con recuperador de calor. La imposibilidad de controlar en un rango estrecho la temperatura del hogar en una chimenea o en una caldera de combustibles sólidos obliga a intercalar entre el recuperador de calor y los distribuidores un depósito, de agua o fluido caloportador con un cierto volumen, que amortigüe las posibles bruscas oscilaciones térmicas, llamado depósito amortiguador.

Al depósito amortiguador podemos conectar las tuberías de ida y de retorno del mismo modo que para las calderas de gasoil, bien con una centralita y una mezcladora motorizada o bien con una mezcladora manual y un termostato de seguridad en la ida que desconecte el circulador situado entre el depósito y los distribuidores en caso de que se produzca una elevación brusca de la temperatura.

2.4.3. Suelo radiante con caldera de gas o eléctrica.

El hecho de agrupar estas dos modalidades de generadores de calor en un mismo apartado se debe a que ambas, las calderas de gas y las eléctricas, permiten trabajar directamente a baja temperatura sin necesidad de válvulas mezcladoras, pues no se presentan los problemas de corrosión de los hogares de las calderas de gasoil. Una vez puesta en marcha la instalación se actúa sobre el termostato de temperatura del agua de ida consignándolo a la el proyecto (entre 30 y 40°C).

Existen centralitas de regulación específicas para generadores de calor de baja temperatura. Actúan directamente sobre el mismo según un sensor de temperatura exterior y un sensor de temperatura de ida. Permiten ajustar una curva de trabajo al igual que las centralitas que regulan las válvulas mezcladoras, e incorporan el limitador de temperatura de ida a los circuitos. Opcionalmente, a veces, se les puede acoplar una sonda de temperatura interior como sistema anti-inercia.

2.4.4. Suelo radiante con bomba de calor.

La bomba de calor es una máquina frigorífica que transporta el calor de un foco frío (a menos temperatura) a un foco caliente (a más temperatura). Los sistemas pueden actuar en modo de calefacción enfriando el aire exterior y calentando el agua del circuito de calefacción en invierno, o bien, cuando trabajan en modo refrigeración, calentando el aire ambiente exterior y enfriando el agua del circuito de refrigeración en verano. Al actuar entre dos focos (una fuente y un sumidero de

energía) de distinta naturaleza, uno el aire y otro el agua, se les llama sistemas aire-agua. La bomba de calor trabaja con un fluido refrigerante en circuito cerrado, la más comercializada en la actualidad es la de compresión mecánica.

2.4.5. Suelo radiante con colectores solares.

La energía solar térmica de baja temperatura se adapta perfectamente a los requerimientos de temperatura del agua de circulación de una calefacción radiante. Al elemento captador de radiación solar que trabaja a temperaturas inferiores a 100°C se le llama colector solar térmico de placa plana. Este colector funciona basándose en el efecto invernadero.

2.5. Descripción de los cerramientos y datos iniciales

Los cerramientos de las viviendas se clasifican de la siguiente manera:

- Carpintería exterior (ventanas y puertas de balcones)
- Fachada
- Techo sobre porche de entrada
- Cerramiento de separación a escaleras
- Suelo de la planta baja
- Techo de la planta baja
- Puerta de acceso a planta

2.5.1. Carpintería exterior

Las puertas y ventanas de las fachadas son de aluminio, de color blanco, y con acristalamiento doble separado por cámara de aire deshidratado. El espesor es de 4*12*4 , tratándose el vidrio interior SGG PLANILUX, y el exterior SGG PLANITHERM'S.

2.5.2. Fachada

Las fachadas están formadas por fábrica de ½ asta de L.H.D. al exterior, llanazo de mortero hidrófugo, aislante de poliuretano proyectado de 3cm, cámara de aire, tabicón de L.H.D. al interior y guarnecido de yeso al interior.

2.5.3. Techo sobre porche de entrada

Los pequeños porches de entrada están formados por bovedilla de hormigón doble, solera de arena silíceas, aislante de poliestireno extrusionado de 3cm y mortero de cemento.

2.5.4. Cerramiento de separación de escaleras

La separación a escaleras se compone de lucido de yeso a ambos lados y arlibloc macizo de 15 cm de espesor, además de un aislante de poliestireno expandido.

2.5.5. Suelo

Formado por bovedilla de hormigón doble, solera de arena silíceas, aislante de poliestireno extrusionado de 3cm y raseado de yeso.

2.5.6. Techo

Esta realizado con bovedilla de hormigón doble, cámara de aire, solera de arena silíceas, poliestireno extrusionado de 3cm y escayola.

2.5.7. Puerta de acceso a planta

La puerta es de madera de noble opaca.

2.5.8. Datos iniciales

El coeficiente de transmisión térmica global se ha determinado en función de la situación del edificio según la norma NB-CT-79. De esta forma se cumple con el objetivo de aprovechamiento de la energía mediante la construcción con materiales adecuados.

La temperatura exterior para el cálculo de edificios ligeros y calefacción normal será

-4°C , tal y como nos indica la norma UNE 24.045.

La temperatura interior para todas las habitaciones calefactadas será de 20°C .

La temperatura para los espacios no habitables será de 8°C .

2.6 Balance térmico de la instalación

2.6.1. Determinación de la zona climática

Según el Documento Básico HE Ahorro de Energía la zona climática de cualquier localidad se obtiene de la tabla D.1 en función de la altura que exista entre dicha localidad y la altura de referencia de la capital de su provincia.

Nuestra localidad es Artajona, y la diferencia de altura con respecto a la capital de provincia, Pamplona, es inferior a 200m, así que tomaremos la misma zona climática que ésta, **D1**.

2.6.2. Transmitancia térmica de cerramientos, particiones interiores y huecos

El método de cálculo que se ha seguido es el que se incluye en el Documento Básico HE Ahorro de Energía. Las tablas que se nombran y un análisis más detallado de los procedimientos pueden consultarse en el propio documento.

2.6.2.1 Cerramientos en contacto con el aire exterior

Este cálculo es aplicable a la parte opaca de todos los *cerramientos* en contacto con el aire exterior tales como muros de fachada, cubiertas y suelos en contacto con el aire exterior. De la misma forma se calcularán los puentes térmicos integrados en los citados cerramientos cuya superficie sea superior a 0,5 m², despreciándose en este caso los efectos multidimensionales del flujo de calor.

La transmitancia térmica U (W/m² K) viene dada por la siguiente expresión:

$$U = 1/R_T$$

siendo

R_T la resistencia térmica total del componente constructivo [m² K/ W].

La resistencia térmica total R_T de un componente constituido por capas térmicamente homogéneas debe calcularse mediante la expresión:

$$R_T = R_{si} + R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_{se}$$

siendo

$R_1, R_2 \dots R_n$ las resistencias térmicas de cada capa definidas a continuación [m² K/W];

R_{si} y R_{se} las resistencias térmicas superficiales correspondientes al aire interior y exterior respectivamente, tomadas de la tabla E.1. de acuerdo a la posición del cerramiento, dirección del flujo de calor y su situación en el edificio [m² K/W].

La resistencia térmica de una capa térmicamente homogénea viene definida por la expresión:

$$R = e/\lambda$$

siendo e el espesor de la capa [m]. En caso de una capa de espesor variable se considerará el espesor medio.

λ la conductividad térmica de diseño del material que compone la capa, calculada a partir de valores térmicos declarados según la norma UNE EN ISO 10 456:2001 o tomada de Documentos Reconocidos, [W/m K].

2.6.2.2 Particiones interiores en contacto con espacios no habitables

La transmitancia térmica U ($W/m^2 K$) viene dada por la siguiente expresión:

$$U = U_p b$$

siendo

U_p la transmitancia térmica de la *partición interior* en contacto con el *espacio no habitable*, calculada según el método descrito anteriormente, pero tomando como resistencias superficiales los valores de la tabla E.6.

b el coeficiente de reducción de temperatura (relacionado al *espacio no habitable*) obtenido por tablas para casos concretos o mediante el proceso explicado en el anexo de CALCULOS.

2.6.2.3 Transmitancia térmica de huecos. Factor solar modificado

La transmitancia térmica de nuestras ventanas vienen especificadas por el fabricante.

Para el cálculo del factor solar modificado se sigue el siguiente procedimiento:

$$F = F_s [(1 - F_M) * g_{\perp} + F_M * 0.04 * U_m * \alpha]$$

siendo

F_s el factor de sombra del hueco obtenido de las tablas E.11 a E.15 en función del dispositivo de sombra o mediante simulación. En caso de que no se justifique adecuadamente el valor de F_s se debe considerar igual a la unidad;

F_M la fracción del hueco ocupada por el marco en el caso de ventanas o la fracción de parte maciza en el caso de puertas;

g_{\perp} el factor solar de la parte semitransparente del hueco a incidencia normal.

U_m la transmitancia térmica del marco del hueco o lucernario [$W/m^2 K$];

α la absorptividad del marco obtenida de la tabla E.10 en función de su color.

2.6.2.4 Cuadro resumen resultados cerramientos

CERRAMIENTO	U ($W/m^2 K$)
Ventana	1.80
Fachada	0.47
Techo sobre Porche	0.58
Caja persianas	0.85
Cerramiento escaleras	0.60
Puerta	2.00
Suelo	0.41
Techo	0.35

2.6.3. Condensaciones superficiales e intersticiales

El proceso para la comprobación de condensaciones ha cambiado notablemente con respecto a normativas anteriores, y el aquí utilizado es el del Documento Básico HE Ahorro de energía, en el cual aparecen las tablas y apartados que se nombran.

2.6.3.1 Condensaciones superficiales

La comprobación de la limitación de condensaciones superficiales se basa en la comparación del factor de temperatura de la superficie interior f_{Rsi} y el factor de temperatura de la superficie interior mínimo $f_{Rsi,min}$ para las condiciones interiores y exteriores correspondientes al mes de enero y especificadas en el apartado G.1.

El factor de temperatura de la superficie interior f_{Rsi} , para cada *cerramiento*, *partición interior*, o *puentes térmicos* integrados en los *cerramientos*, se calculará a partir de su transmitancia térmica mediante la siguiente ecuación:

$$F_{Rsi} = 1 - U * 0.25$$

siendo

U la transmitancia térmica del *cerramiento*, *partición interior*, o *punto térmico* integrado en el cerramiento .

El factor de temperatura de la superficie interior mínimo aceptable $f_{Rsi,min}$ de un *punto térmico*, *cerramiento* o *partición interior* se obtiene de la tabla 3.2, una vez conocida la zona donde se encuentre nuestra vivienda y la clase higrométrica de la misma.

2.6.3.2 Condensaciones intersticiales

El procedimiento para la comprobación de la formación de condensaciones intersticiales se basa en la comparación entre la presión de vapor y la presión de vapor de saturación que existe en cada punto intermedio de un cerramiento formado por diferentes capas, para las condiciones interiores y exteriores correspondientes al mes de enero

Para que no se produzcan condensaciones intersticiales se debe comprobar que la presión de vapor en la superficie de cada capa es inferior a la presión de vapor de saturación.

Para cada cerramiento objeto se calculará:

- a) la distribución de temperaturas;
- b) la distribución de presiones de vapor de saturación para las temperaturas antes calculadas;
- c) la distribución de presiones de vapor.

En el anexo de cálculos aparece una explicación más detallada sobre el cálculo de condensaciones intersticiales.

2.6.4 Fichas justificativas

A continuación se presentan las fichas justificativas que aparecen en el Documento Básico HE Ahorro de Energía.

2.6.5. Necesidades caloríficas

Para calcular una instalación de calefacción deben conocerse de forma lo más exacta posible las pérdidas caloríficas de los locales que se desean calefactar. Para ello es necesario conocer todas las características geométricas y constructivas de todos y cada uno de ellos: altura, longitud, anchura, tamaño, y sistemas de carpintería, cerramientos exteriores y eventualmente interiores, etc., para hallar los correspondientes coeficientes de transmisión de los cerramientos respectivos.

Es importante en este aspecto considerar que el salto térmico entre locales puede revestir gran relevancia en todos aquellos casos en que el local inmediato no se encuentre habitado (garajes, cajas de escaleras,...), pues según la ITE 02.4 del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los edificios, éstos quedan excluidos de calefacción o climatización.

El calor perdido por el local será la suma de las pérdidas de calor por transmisión a través de las superficies que limitan el local (techo, suelo, paredes, puertas y ventanas) y las debidas al aire caliente que escapa por las puertas y ventanas, en compensación del frío que entra (por infiltración, ventilación).

Además influirá la orientación de las superficies y el régimen de continuidad o intermitencia de la calefacción.

Calculando debidamente las pérdidas de calor de un local, se puede establecer la potencia de la caldera a instalar para compensar esas pérdidas.

- PERDIDAS DE CALOR POR TRANSMISION:

Son las producidas por el escape o pase por convección y conducción, principalmente de la zona interior a la exterior, atravesando el medio que las separa (techo, suelo, paredes, puertas y ventanas).

El paso del calor debido a la diferencia de temperatura entre dos medios, uno interior y otro exterior, viene dado por la fórmula:

$$Q = K * S * (T_i - T_e) ;$$

en donde:

Q es la cantidad de calor transmitido, en W.

K es el coeficiente de transmisión del cerramiento, en W/ m²°C.

S es la superficie que separa ambos medios, en m².

(T_i - T_e) es la diferencia de temperaturas, en °C.

- PERDIDAS POR INFILTRACION:

Para el cálculo de las pérdidas de calor por infiltración-ventilación se utilizará, según el RITE ITE 03, el método de la rendija, comprobándose éste por el método de las superficies. Las fórmulas a utilizar son las siguientes:

$$Q = L * V * C_e * P_e * (T_i - T_e) ;$$

en donde:

Q es el calor perdido por infiltración, en kcal/h.

L es la longitud de las rendijas, en m.

V es el volumen de aire que escapa por las rendijas, en m³ / h.

C_e es el calor específico del aire, 0.24 kcal / kg°C.

P_e es el peso específico del aire seco, 1.21 kg / m³.

(T_i - T_e) es la diferencia de temperaturas, en °C.

Dada la complejidad de y relatividad de los coeficientes utilizados en estas fórmulas y puesto que los valores obtenidos son similares, siendo ligeramente mayores los obtenidos por el método de las superficies, en el presente proyecto se opta por este último, con el fin de obtener las citadas pérdidas. Así pues, la fórmula para hallar las pérdidas de calor por infiltraciones es:

$$Q = n * V * 1200 * (T_i - T_e) ;$$

en donde:

Q es el calor perdido por infiltración, en W

n es el número de renovaciones por hora del volumen de aire del local, en rev / seg.

V es el volumen del local en m³.

1200 es el valor que resulta de multiplicar el peso específico del aire seco a 20°C que es 1.205 kg / m³ por el calor específico del aire que es 1 kJ / kg°C.

(T_i - T_e) es la diferencia de temperaturas, en °C.

- SUPLEMENTOS:

Suplemento de **orientación**: Los valores tomados por orientación son los siguientes:

Sur.....	-0.050
Sudoeste y Sudeste.....	-0.025
Este y Oeste.....	0
Nordeste y Noroeste.....	0.025
Norte.....	0.050

Suplemento por **intermitencia de uso**: Se ha tomado un valor para intermitencia de 8 a 9 horas parada del 10%.

También se toma otro suplemento para los locales que tengan **más de dos paredes al exterior** cuyo valor es de 0.05.

3. INSTALACIÓN DEL AGUA CALIENTE SANITARIA (A.C.S.)

3.1. Generalidades

La producción de calor para agua caliente y calefacción se realizara en una misma caldera o bomba de calor (dando prioridad instantánea al A.C.S.).

Para la obtención del consumo de agua, el cálculo se establecerá sobre datos estadísticos que cubren las necesidades de consumo. Dado el nivel de calidad esperado en la vivienda, se estimará un consumo de agua caliente equivalente al de agua fría.

Con la instalación de un acumulador se evita la necesidad de utilizar una caldera o bomba de calor de gran potencia que únicamente sería aprovechada en horario de máximo consumo.

Se considerará que el tiempo de preparación del A.C.S. será de 2 horas, tiempo mínimo de preparación, de acuerdo con la instrucción técnica IT.IC.04.8.2. (La instalación de A.C.S. deberá cumplir con la instrucción técnica IT.IC.04)

3.2 Clasificación de los sistemas de A.C.S.

Conociendo el volumen de agua caliente necesario y tiempo de calentamiento del mismo, se procede a la elección del acumulador entre los distintos tipos que se citan:

3.2.1. Calentadores instantáneos

Al abrir un grifo cualquiera de la red de agua caliente se produce una depresión en el circuito. Dicha depresión es detectada por el calentador que activa los quemadores que a su vez transmiten calor al agua que entra en el calentador y fluye por el serpentín donde recibe la energía.

3.2.2. Acumuladores

Los acumuladores tienen siempre disponible una cierta cantidad de agua almacenada en un depósito adecuado. El termostato controla la temperatura automáticamente actuando sobre el quemador. Estos aparatos son de mayor potencia y rendimiento que los calentadores instantáneos, aunque su instalación exige unas condiciones de volumen del local y de ventilación del mismo que no requieren los calentadores. La capacidad de acumulación varía entre 50 y 5000 litros, alcanzándose temperaturas hasta 60°C.

3.2.3. Acumuladores eléctricos

La preparación de agua caliente sanitaria utilizando la electricidad como fuente energética corresponde al sistema de acumulación. En un depósito de cobre, acero,

acero inoxidable, etc., se introduce una resistencia que accionada, en cuanto a paso de corriente se refiere por un termostato, calienta el agua hasta una determinada temperatura. Deben ir provistos de purga, válvula de seguridad, válvula de retención en la entrada de agua fría y manómetro indicador de la presión.

Son susceptibles de presentar fuertes corrosiones por lo que es fundamental elegir modelos y marcas que dispongan de protección catódica (barras de magnesio).

La capacidad de acumulación varía entre 25 y 200 litros en los modelos corrientes, siendo la resistencia proporcional a dichas capacidades.

3.3. Solución adoptada

Para cumplir con el confort para una vivienda de estas características se ha optado por el sistema de acumulación de ACS en lugar del de producción instantánea.

A partir de los cálculos realizados se ha optado por un acumulador de 200 litros, el cual es más que suficiente para la demanda necesaria.

Concretamente se va a coger el modelo GX-200-M1 de la serie GEISER INOX de LAPESA.

Para el caso concreto de la instalación con placas solares, se colocara otro acumulador auxiliar, el cual se explicará en el apartado de la instalación solar.

3.4. Diseño de la instalación

El cálculo del diámetro de la red de ACS se realiza teniendo en cuenta:

- El material elegido para las tuberías es el cobre.

- Los diámetros se han determinado mediante la tabla de la norma tecnológica de los edificios sobre agua caliente (NTE-IFC) proporcionada en el Anexo 1.

Las tuberías que componen la red de ACS así como el retorno se aislaran de modo que se cumpla con lo exigido en el Real Decreto 909/2001, de 27 de Julio, por lo que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis, según el cual la temperatura del agua del circuito de agua caliente no sea inferior a 50° C en el punto mas alejado del circuito o en la tubería de retorno al acumulador, con el fin de prevenir la presencia de la Legionela.

Los aparatos de consumo son los lavabos, bañeras, bidés y fregaderos. No se acometerá agua caliente a máquinas de lavar ropa o vajilla para evitar mezclas entre redes de agua fría y caliente. Además, estos aparatos disponen de resistencias eléctricas que calientan el agua hasta la temperatura deseada. Como resultado de esto, la instalación de agua caliente se simplifica.

La red comienza en el acumulador (situado en el garaje) y a través del montante

llega a la primera planta. Los tubos discurren por el suelo hasta llegar a los aparatos de consumo subiendo por la pared.

Cuando no hay consumo de agua caliente, por termosifón (en algunas instalaciones) o mediante una bomba (en el caso de la nuestra) hay circulación continua desde el preparador por la tubería de ida y de retomo hasta el preparador nuevamente, en circuito cerrado. La bomba circuladora estará dispuesta en el “tubo de ida”.

Habrà llaves a la entrada de cada cuarto húmedo.

Las tuberías de retomo de A.C.S. se han dimensionado de acuerdo con la instrucción IT.IC.05. 10, que nos permite una caída de temperatura máxima de 3°C entre el acumulador y el usuario más lejano.

La instalación de Agua Caliente sanitaria también cumple con las exigencias de la instrucción técnica IT.IC.04.

La temperatura de distribución de A.C.S. es de 40°C, siendo la preparación a igual temperatura, cumpliendo de esta forma con la instrucción IT.IC.04.8.2.

3.4.1. Materiales para las conducciones

Los materiales más empleados son el acero, el cobre y ciertos plásticos como copolímeros de polipropileno y polibuteno. En nuestro caso, el material elegido es el cobre por ser fácil de trabajar (se puede curvar con gran facilidad evitando la incorporación de curvas) y ofrecer buenos resultados al paso del tiempo.

Las tuberías deberán ir correctamente aisladas siempre que el fluido transportado supere los 40°C y las conducciones discurran por el exterior o locales no calefactados (IT.IC.19.1)

La siguiente tabla indica el espesor mínimo del aislante de tuberías que discurran por locales no calefactados. En este caso, sólo se aislará en el garaje el tramo de bajada hasta la caldera:

Diametro D de la tubería (mm)	Temperatura del fluido			
	40-65	65-100	100-150	>150
32	20	20	40	40
50	30	30	40	50
80	30	40	50	50
125	30	40	50	60

Si las tuberías discurriesen por el exterior, el espesor del aislamiento se aumentaría en 10 mm.

3.4.2. Bomba de circulación

El circuito de ACS ya se ha calculado previamente en el documento de cálculos dándonos unos diámetros de tubería de para agua caliente de 18 y 22 mm. Para el cálculo de la bomba de circulación del circuito de ACS(B2), se a utilizado un caudal de 1,91 m³/h.

Con estos diámetros y con dicho caudal, calcularemos las pérdidas que tenemos en las tuberías para posteriormente dimensionar la bomba. A parte de las pérdidas debidas al rozamiento en las tuberías, se le suma las debidas a accesorios. El tipo de bomba seleccionada para esta instalación se describe en el documento de cálculos.

La bomba circuladora que vamos a escoger, es simplemente para que el agua no se quede quieta y pierda temperatura. No realiza una función de aumento de presión, ya que esta agua viene de la red y tiene suficiente presión y caudal.

Se ha escogido una bomba GRUNDFOS el modelo '**UP 32-80 180**'. Los datos técnicos a cerca de la bomba circuladora se encuentran en el anexo 4.

3.5. Legionela

La Legionella es un microorganismo que, además de hallarse en medios acuáticos naturales, ha encontrado un hábitat muy adecuado en sistemas de agua creados y manipulados por el hombre, que actúan como amplificadores y propagadores de esta bacteria.

Si se dispersa en el aire y penetra en los pulmones, el microorganismo puede ser patógeno para el hombre. La infección por Legionella, o legionelosis, se presenta en dos formas principales: neumonía, o enfermedad del legionario, que puede producir cuadros severos, y fiebre de Pontiac, que es una infección no neumónica y de características leves.

Para que el ser humano sea infectado, se tienen que dar una serie de condiciones que se enumeran a continuación:

1. *Penetración de las bacterias en el circuito de agua.*

Es necesario que el microorganismo tenga una vía de entrada al sistema. Esto suele producirse por aporte de aguas naturales contaminadas por la bacteria, aún en pequeñas cantidades.

2. *Multiplicación de las bacterias en el agua.*

Es necesario que el microorganismo se multiplique en el agua hasta alcanzar una concentración mínima para que sea infeccioso. La multiplicación de la bacteria es función de la temperatura del agua, de su estancamiento y de la presencia de otros

contaminantes, incluyendo la suciedad, en el interior de las instalaciones.

El desarrollo de la bacteria es elevado entre 20°C y 45°C y alcanza el óptimo alrededor de 37°C, siempre que exista un sustrato húmedo nutriente formado por materiales tales como sedimentos varios, productos de la corrosión u otros microorganismos. El microorganismo queda en letargo a temperaturas muy bajas y vuelve a multiplicarse en condiciones de temperatura más favorables. A temperaturas superiores a 70°C la bacteria muere.

3. *Dispersión de las bacterias en el aire.*

Es necesario que el microorganismo se disperse en el aire en forma de aerosol a partir del sistema. El agua contaminada representa un riesgo solamente cuando se dispersa en la atmósfera en forma de aerosol (dispersión de un líquido en un gas). El riesgo aumenta cuando se reduce el tamaño de las partículas en suspensión; en primer lugar porque, al disminuir la velocidad terminal, las gotas se quedan en suspensión en el aire por un período de tiempo más largo y, en segundo lugar, porque sólo gotas de tamaño inferior a 5 µm. penetran en la fracción más interna del aparato respiratorio.

Se hace hincapié en que el tamaño de las gotas contaminantes puede ir disminuyendo por evaporación del agua.

La concentración de la bacteria en el aire depende del caudal del aire portador, del caudal de agua vaporizado y, como se ha mencionado, de su concentración en el agua.

4. *Exposición de los individuos.*

Es necesario que el microorganismo sea virulento para el ser humano y que individuos susceptibles sean expuestos a aerosoles conteniendo cantidad suficiente de legionela viable.

El riesgo de contraer la enfermedad aumenta con la exposición, función del número de bacterias en el aerosol y de la duración del tiempo de exposición.

Las condiciones sobre las que se puede incidir, durante las fases de diseño, proyecto y explotación de las instalaciones, para la prevención y control de la legionela son el segundo y el tercero.

3.5.1. Instalaciones y equipos implicados.

Los principales sistemas e instalaciones que pueden ser fuentes de contaminación potencial en edificios son los siguientes:

- Las instalaciones de agua sanitaria, fría y caliente, particularmente los sistemas de preparación de agua caliente centralizados con acumulación.

- Los aparatos y equipos de transferencia de masas de agua en corriente de aire.
- Las piscinas con agua templada.
- Los aparatos de tratamiento de aguas.

y, en general, todos los componentes del sistema de acondicionamiento de aire que estén sucios y en presencia de un elevado grado de humedad.

3.5.2. Acciones preventivas en el diseño y montaje.

Se deberá evitar, en lo posible, que la temperatura del agua permanezca entre 20°C y 45°C. Para ello, es necesario aislar térmicamente aparatos y tuberías.

La utilización de aparatos que basan su funcionamiento en la transferencia de masas de agua en corrientes de aire con producción de aerosoles (por ejemplo, torres de refrigeración, condensadores evaporativos, aparatos de humectación y enfriamiento evaporativo etc.) se llevará a cabo de manera que se reduzca al mínimo el riesgo de exposición para las personas.

Estos aparatos estarán dotados de separadores de gotas de alta eficacia. La cantidad de agua arrastrada será inferior al 0,1% del caudal de agua en circulación en el aparato.

Se señala la necesidad de seleccionar materiales que resistan la acción agresiva del agua y del cloro u otros desinfectantes, con el fin de evitar la formación de productos de la corrosión.

Algunos materiales empleados para el sellado de uniones de diferentes partes de un sistema de distribución de agua son particularmente propicios al desarrollo de bacterias y hongos (cueros, maderas y ciertos tipos de gomas, masillas y materiales plásticos), por lo que deberán evitarse.

Otra medida de carácter general es la prevención de zonas de estancamiento de agua en los circuitos abiertos, como tuberías de "by-pass", equipos o aparatos en reserva, tramos de tuberías con fondo ciego, etc. Los equipos y aparatos en reserva deberán aislarse del sistema mediante válvulas de corte de cierre hermético y estarán equipados de una válvula de drenaje situada en el punto más bajo.

Igualmente importante es el mantenimiento en seco de las bandejas de recogida de agua de las baterías de refrigeración, que estarán dotadas de fondos con fuertes pendientes (2% por lo menos) y de tubos de desagüe equipados con sifón de 5 cm de cierre hidráulico, al menos, y conexión abierta a la red de saneamiento. Se tomarán las medidas necesarias para evitar que el sifón quede seco.

El diseño del sistema deberá hacerse de manera que todos los equipos y aparatos sean fácilmente accesibles para su inspección y limpieza.

Las redes de tuberías estarán dotadas de válvulas de drenaje en todos los puntos bajos. Cada drenaje se conducirá a un lugar visible y estará dimensionado de manera que se permita la fácil eliminación de los detritos acumulados.

Durante la fase de montaje, se evitará la posibilidad de entrada de materiales extraños en los circuitos de distribución, particularmente los de agua que entre en contacto con el aire de los ambientes exterior e interior. En cualquier caso, estos circuitos se someterán a una limpieza a fondo antes de su puesta en servicio.

Además, se adoptarán los criterios particulares de diseño que se describen en los párrafos que siguen.

3.5.3. Instalaciones de agua sanitaria.

- Producción centralizada por acumulación de A.C.S.

Las prescripciones que siguen están especialmente indicadas para las instalaciones de agua caliente sanitaria con sistemas de preparación centralizados por acumulación al servicio de edificios destinados a hospitales, clínicas, hoteles, residencias, viviendas, cuarteles, cárceles, vestuarios de complejos deportivos y cualquier otro edificio de uso similar. Para otros tipos de edificio o sistemas de preparación de agua, dichas prescripciones, cuando sean de aplicación, deben considerarse muy recomendables.

La temperatura de almacenamiento del agua caliente de sistemas centralizados debe ser como mínimo, de 55°C, siendo muy recomendable alcanzar la temperatura de 60 °C.

El sistema de calentamiento será capaz de llevar la temperatura del agua hasta 70 °C de forma periódica para su pasteurización, cuando sea necesario.

La temperatura del agua de distribución no podrá ser inferior a 50°C en el punto más alejado del circuito o en la tubería de retorno a la entrada en el depósito. Esta temperatura es un compromiso entre la necesidad de ofrecer un nivel de temperatura aceptable para el usuario, para prevenir el riesgo de quemaduras, y la de conseguir la Temperatura necesaria para reducir la multiplicación de la bacteria. Los depósitos estarán fuertemente aislados para evitar el descenso de la temperatura hacia el intervalo de máxima multiplicación de la bacteria.

Los depósitos acumuladores estarán dotados de una boca de registro y de conexión para la válvula de vaciado y se situarán de manera que se faciliten las operaciones de vaciado y limpieza.

Se recomienda que el intercambiador de calor esté situado fuera del cuerpo del depósito acumulador, con el fin de facilitar las operaciones de limpieza de ambos. Por la misma razón, el intercambiador será preferentemente del tipo de placas.

La circulación del agua se hará, mediante bomba, en sentido contrario a la circulación provocada por la demanda de agua caliente, es decir: desde el fondo del depósito hasta la parte alta del mismo o desde el fondo del primer depósito hasta la parte alta del último, si hay más de un depósito en serie, pasando a través del intercambiador (véanse figuras 1 y 2).

El diseño del sistema de acumulación se hará de manera que se favorezca la estratificación de la temperatura, es decir que se reduzca al mínimo la cantidad de agua que está a una temperatura intermedia entre la del agua fría de entrada y la del agua calentada. Para ello es necesario seguir las siguientes instrucciones:

- Los depósitos serán instalados verticalmente;
- Los depósitos tendrán una relación altura/diámetro lo más elevada que sea posible;
- En caso de existir más de un depósito acumulador, éstos estarán siempre dispuestos en serie sobre el circuito de agua sanitaria;
- En la entrada de agua fría se instalará un elemento que reduzca rápidamente la velocidad residual.

Con esta disposición se reduce al mínimo, en cualquiera de las condiciones de carga del sistema, la capa de agua templada entre las dos masas de agua, una a la temperatura del agua fría de entrada y otra a la temperatura de acumulación.

Cuando el intercambiador está en el interior del depósito, debido a la mezcla del agua caliente con el agua fría en la entrada, se crea una zona de agua templada en la parte más baja del mismo y por debajo del serpentín del intercambiador, lo que da lugar a un ambiente propicio para la multiplicación de la bacteria. Para eliminar esta zona de agua templada se deberá instalar una bomba que, aspirando el agua de la parte superior del depósito, la introduzca en la parte inferior, en la proximidad del intercambiador (véase figura 3).

Con esta disposición el intercambiador deberá dimensionarse para una temperatura media del agua secundaria superior a la de un sistema en el que se favorezca la estratificación como se indica al principio de este punto.

Aún así, cuando, al final de un período de máxima demanda, el sistema esté descargado, todo el volumen de agua acumulado quedará a una temperatura comprendida en la zona de máxima multiplicación de la bacteria, por lo menos durante el tiempo necesario para su recarga. Esta es la razón por la que es preferible el empleo del sistema con intercambiador exterior.

Tal como se indicó anteriormente, el sistema deberá diseñarse de manera que, ocasionalmente, pueda calentarse el agua hasta 70 °C y mantendría a esta temperatura durante un prolongado período de tiempo. Por lo tanto, es necesario que los materiales en contacto con el agua sean capaces de soportar esta temperatura.

En consecuencia, la superficie interior de los depósitos acumuladores deberá ser resistente a la acción combinada del agua a la temperatura de 70 °C y del cloro disuelto en la misma. Son indicados los aceros inoxidable (para cierto tipos de aguas el acero inoxidable F 3504 puede no ser adecuado) y algunos revestimientos protectores para el acero común.

Lo mismo es aplicable para las tuberías. Son indicados el cobre, el acero inoxidable y algunos materiales plásticos resistentes a estas temperaturas.

La red de retorno de agua caliente sanitaria, que constituye un riesgo de multiplicación de la bacteria por su capacidad de acumulación, podrá ser convenientemente sustituida por un sistema de "traceado" de las tuberías de impulsión, que asegure una temperatura mínima del agua de 50°C en toda la red.

Las tuberías de acometida de agua a las cabezas difusoras de las duchas y las mismas cabezas quedarán vacías cuando estos aparatos no estén en uso.

- Agua fría.

La instalación de agua fría, tanto la red de tuberías como los depósitos en su caso, pueden ser una fuente de contaminación cuando se produzcan las condiciones de temperatura, estancamiento, etc. Enunciadas anteriormente, que pueden evitarse adoptando las siguientes medidas:

1. Se asegurará que la temperatura del agua fría no supere nunca los 20°C. Para ello, cuando sea necesario, las tuberías de distribución de agua fría se aislarán térmicamente.
2. Cuando exista necesidad de acumulación de agua fría, se dispondrán, al menos, dos depósitos en paralelo para permitir la limpieza de uno mientras el otro, o los demás, está en servicio. En cualquier caso, los depósitos estarán cerrados para prevenir la posibilidad de entrada de materiales extraños.
3. Los depósitos cuyas paredes estén en contacto con el aire estarán protegidos contra la radiación solar y se aislarán fuertemente para impedir que la temperatura del agua rebase el límite de 20 °C, como se indicó en el punto 1.
4. El dimensionamiento de la capacidad de agua se hará de manera que se evite la posibilidad de que el agua permanezca estancada durante largos períodos de tiempo.

5. Los materiales empleados en el sistema deberán ser capaces de resistir la acción agresiva del cloro hasta una concentración de 20 ppm en los depósitos y de 1 ppm a 2 ppm en los puntos de salida.

3.5.4. Acciones en la explotación.

La totalidad de las prescripciones indicadas en el apartado anterior puede ser aplicada durante la fase de explotación mediante las oportunas reformas de las instalaciones de edificios existentes.

La principal actuación consiste en una limpieza esmerada de aquellas partes de las instalaciones que son susceptibles de ensuciarse, con el fin de eliminar el sustrato de alimentación de la bacteria.

La limpieza se efectuará drenando el sistema, limpiándolo con soluciones biodispersantes y biocidas para eliminar el sustrato biológico (salvo en los sistemas de agua sanitaria) y, por último, desinfectando a fondo con cloro u otro desinfectante o con calor. El tratamiento del agua no es efectivo si el sistema no se mantiene limpio.

Es muy importante un control continuo de la calidad del agua del circuito y, en su caso, del agua de aportación.

Para ser efectivas, es necesario que las medidas preventivas que se indican más adelante sean aplicadas ininterrumpidamente y por personal especializado.

Todas las instalaciones que hayan permanecido fuera de uso deberán recibir un tratamiento de limpieza y posterior desinfección justo antes de su puesta en marcha.

Se deberá vigilar que los sistemas cumplan los requisitos de proyecto a lo largo de toda su vida útil.

Los requerimientos que se indican a continuación deben considerarse exigencias mínimas para el mantenimiento de las instalaciones en condiciones aceptables.

– Instalaciones de agua sanitaria.

Los tanques, depósitos a presión y cisternas de almacenamiento de agua para usos sanitarios, fríos o calientes, deberán ser inspeccionados con frecuencia trimestral y limpiados cuando haya sedimentos o productos de corrosión visibles.

En cualquier caso, estos aparatos deberán limpiarse una vez cada año.

El agua de los depósitos de agua caliente sanitaria que hayan quedado fuera de servicio por algún tiempo se calentará hasta la temperatura de 70°C, que se mantendrá durante dos horas, por lo menos.

Se revisará con frecuencia anual el aislamiento térmico de toda la instalación, aparatos y conducciones.

Las cabezas pulverizadoras de duchas y lavabos se deben limpiar con frecuencia semestral, por lo menos, con el fin de eliminar la acomodación de sedimentos.

Una vez al mes se medirá la temperatura del agua en los depósitos acumuladores.

Una vez al año se medirá la temperatura del agua en todos los grifos de la instalación, dejando correr el agua un minuto una vez alcanzada la temperatura de diseño.

Con frecuencia mensual se escogerá un número representativo de grifos, incluyendo los más cercanos y los más lejanos del depósito acumulador, y se medirá la temperatura del agua.

La frecuencia de estas inspecciones se aumentará cuando:

- i. Se detecte alguna deficiencia.
- ii. Se sustituya o repare una parte de la instalación.
- iii. Una inspección revele mal funcionamiento o contaminación.
- iv. Y en edificios de mayor riesgo, como hospitales, clínicas, hoteles, residencias, prisiones y cuarteles.

Estas instalaciones se limpiarán y desinfectarán al menos una vez al año y, en cualquier caso, antes de su puesta en marcha, después de un brote o sospecha o cuando por la revisión rutinaria se considere necesario.

La desinfección puede hacerse por vía química, inyectando de 20 ppm a 50 ppm de cloro en tanques o depósitos, dejando correr el agua hasta obtener 2 ppm de cloro libre en la grifería durante dos horas, o bien por vía térmica, calentando el agua hasta 70°C en el depósito y dejándola correr hasta obtener 60 °C en la grifería durante una hora.

En ambos casos, los usuarios deberán ser puestos sobre aviso.

– Conductos.

La limpieza de la red de conductos se efectuará con frecuencia anual, por lo menos, dependiendo de la calidad del aire transportado.

Las consideraciones mencionadas anteriormente permiten afirmar que hoy día existen los conocimientos adecuados para reducir al máximo los riesgos de contaminación por legionela, así como su multiplicación y dispersión.

Las acciones para la prevención de la multiplicación de legionela y el control de su dispersión en los aerosoles pueden dividirse en dos fases de actuación: de un lado, durante la fase de diseño y montaje de los sistemas y, de otro lado, durante la fase de explotación de las instalaciones, mediante un mantenimiento adecuado.

4. INSTALACIÓN SOLAR

4.1. Introducción

La energía solar, a pesar de sus limitaciones, es abundante y gratuita constituyendo así una alternativa a otros tipos de energías convencionales no renovables.

El aprovechamiento de la energía solar debe realizarse de manera que se equilibre el beneficio que se vaya a obtener debido a su utilización y la inversión realizada, que en muchos casos suele ser elevada.

Tiene dos grandes ventajas la energía solar, la primera es que este tipo de energía es muy abundante en el sistema donde vivimos y la otra gran ventaja es que este tipo de energía no es contaminante. También tiene varios inconvenientes, el principal es que este tipo de energía es intermitente, es decir, que puede darse el caso en que durante un día no aparezca el sol y el rendimiento de la instalación es muy bajo, además no se reparte igualitariamente en el espacio ni en el tiempo.

4.2. Teoría energía solar

4.2.1. Fenómenos que sufre la radiación solar.

La radiación solar debe de atravesar distintas capas atmosféricas, donde parte de la energía es absorbida por las partículas y por los vapores atmosféricos. Otra parte es difundida por estos vapores o debilitada por partículas de todo tipo que se encuentran suspendidas en la atmósfera. La radiación restante es la que nosotros debemos de aprovechar.

Esta debilitación de la energía en las capas inferiores en comparación con las superiores se debe a las partículas naturales pero también, y en gran medida, a las partículas artificiales que se encuentran en el ambiente debidas a la polución. Por eso en muchas ciudades la energía que se puede aprovechar es bastante pequeña, esto es debido a la gran polución existente.

4.2.2. Características de la radiación solar.

Existen tres tipos de radiación solar:

- Radiación difusa: Es aquella parte de radiación que atraviesa la atmósfera siendo esta difundida y absorbida.
- Radiación directa.
- Radiación reflejada: Es aquella que es reflejada por el suelo o superficies colindantes y que dependerá de la naturaleza de los mismos.

La suma de estos tres tipos de radiación se denomina radiación global y es la energía solar que se puede aprovechar.

4.2.3. Radiación solar sobre la superficie terrestre.

El ángulo de incidencia de los rayos solares varía a lo largo del año, alcanzando su valor máximo el 21 de Junio, y el mínimo el 21 de Diciembre.

4.2.4. Radiación solar sobre la superficie plana.

La radiación solar sobre una superficie plana es función de los siguientes factores:

- Orientación de la superficie.
- Inclinación de la superficie.
- Latitud del hogar.
- Día del año.
- Hora del día.
- Estado climatológico.

La radiación solar tiene su máximo, en promedio diario, cuando la superficie plana está orientada en su dirección Sur. Si se varía la inclinación en el promedio anual, la radiación solar máxima se obtiene si el ángulo de inclinación es ligeramente superior, entre 10° y 20° de la latitud del hogar.

4.2.5. Datos sobre la radiación solar.

Actualmente se disponen de datos de la radiación solar global sobre superficies horizontales para diversas latitudes. En el desarrollo del proyecto se han utilizado tablas proporcionadas por el nuevo Código Técnico y diversas tablas obtenidas de diferentes tipos de publicaciones. Estas tablas las podremos encontrar en el Anexo 1.

4.3. Sistema de captación y aprovechamiento de la energía solar.

Los elementos fundamentales dentro de la instalación de energía solar son los colectores. Estos se encargan de captar la energía proveniente del sol y transformarla en calor, el cual, es cedido al fluido.

Existen dos grupos de colectores:

- Los colectores sin concentración que no son capaces de alcanzar temperaturas superiores a los 70°C por lo que son empleados en las aplicaciones de la energía solar térmica de baja temperatura. Por ejemplo, el caso que nos ocupa.
- Los colectores solares de concentración que haciendo uso de los métodos de concentración de la óptica son capaces de elevar la temperatura del fluido a más de 70°C. Estos se aplican en la energía solar térmica de media y alta temperatura.

Dentro de los colectores sin concentración, existen muchos tipos, pero únicamente se explicará el colector solar plano, que es el utilizado para la realización de este proyecto. Los elementos principales de este colector plano son:

- Cubierta transparente.
- Placa captadora.
- Aislante.
- Carcasa.

El colector utilizado para la realización de este proyecto es el de la marca Viessmann y el modelo es **s2,5**, cuya hoja técnica se encuentra en el tomo de Anexos, dentro del Anexo 1.

4.3.1. Cubierta transparente.

Es la encargada de producir el efecto invernadero, reducir las pérdidas por conexión y asegurar la estanqueidad del colector de agua y el aire en unión con la carcasa y las juntas.

El efecto invernadero logrado por la cubierta consiste en que la radiación que ha atravesado la cubierta y llega a la placa captadora, una parte es reflejada hacia la cubierta transparente con una longitud de onda para la cual esta es opaca, con lo que se consigue retener la radiación en el interior.

La cara interior de la cubierta estará más caliente. Por tanto, se dilatará más, existiendo mayor probabilidad de rotura o deformación por lo que la cubierta transparente debe tener un coeficiente de dilatación pequeño.

Se puede utilizar una doble cubierta o aumentar el espesor de la cubierta transparente para tratar de minimizar las pérdidas por convección, pero estas soluciones aumentan las pérdidas por absorción de flujo solar por incidente, además de encarecer el panel.

Los principales materiales son:

- Vidrio: Son transparentes a la radiación de onda inferior a $3\ \mu\text{m}$ y opacos a las radiaciones superiores. Se deben escoger los vidrios recocidos o templados, ya que se mejoran sus propiedades mecánicas sin alterar las ópticas.
- Materiales plásticos: Se presentan bajo la forma de películas flexibles de algunas décimas de milímetros de espesor, o bajo forma de placa rígida de algunos milímetros. Sus principales características: baja densidad, mala conductividad térmica, coeficiente de dilatación lineal importante, mala resistencia a altas temperaturas y sufren deterioro físico e inestabilidad química bajo la acción de los elementos exteriores.

Tratamientos especiales de la cubierta:

- Tratamiento anti reflectante sobre la superficie exterior para disminuir las pérdidas por reflexión de los rayos solares incidentes.
- Tratamiento sobre la superficie interior para que refleje las radiaciones de gran longitud de onda y no impida el paso de la radiación de corta longitud.

4.3.2. Placa captadora.

Tiene por misión absorber de la forma más eficiente posible la radiación solar y transformarla en energía térmica utilizable mediante su transparencia al fluido caloportador.

Existen distintos modelos posibles, pero entre los más usuales están:

- Dos placas metálicas separadas unos milímetros entre las cuales circula el fluido caloportador.
- Placa metálica sobre la cual están soldados o embutidos los tubos por los que circula el fluido caloportador.
- Dos láminas de metal unidas a gran presión excepto en los lugares que forman el circuito del fluido caloportador.

La cara de la placa captadora que se expone al sol a de estar protegida de los rayos solares por medio de:

- Pintura de color negro u oscuro que absorbe la radiación solar. Presenta el inconveniente de tener un coeficiente de emisión similar al de absorción, por lo que no es recomendable para altas temperaturas.

- Superficies selectivas. Posee un coeficiente de absorción de radiación solar alto y un bajo coeficiente de emisión. Se consigue por medio de superposición de capas o tratamientos especiales de la superficie.

Las pinturas son más económicas, pero a la larga se estropean más que los tratamientos selectivos.

No se debe mezclar el cobre y el acero, para evitar la corrosión de este último.

4.3.3. Aislamiento.

La placa captadora está protegida en su parte posterior t lateral por medio de un aislamiento para evitar las pérdidas térmicas hacia el exterior.

Las características de estos aislantes deben ser:

- Resistir altas temperaturas sin deteriorarse lo que muchas veces se consigue colocando entre la capa y el aislante una capa reflectante, que impida que el aislante reciba directamente la radiación.
- Desprender poco vapores al descomponerse por el calor en caso de ocurrir que no se adhieran a la cubierta.
- No degradarse por el envejecimiento u otro fenómeno a la temperatura habitual de trabajo.
- Soportar la humedad que se pueda producir en el interior de los paneles sin perder sus cualidades.

Los materiales más utilizados son la fibra de vidrio, la espuma de poliuretano y poliestireno expandido.

Cualquiera que sea el material escogido debe tener un coeficiente de dilatación compatible con el de los demás componentes del panel solar.

4.3.4. Carcasa.

Es la encargada de proteger y soportar los elementos que constituyen el colector solar, además de servir de enlace con el edificio por medio de los soportes.

Los requisitos que debe cumplir son:

- Rigidez y resistencia estructural que asegure la estabilidad (Resistir la presión del viento).
- Resistencia de los elementos de fijación (mecánica para los esfuerzos a transmitir y química para soportar la corrosión).
- Resistencia a la intemperie, a los efectos corrosivos de la atmósfera y a la inestabilidad química debida a las inclemencias del tiempo.
- Aireación del interior del colector para evitar la condensación del agua en el interior del colector.
- Evitar posibles geometrías que faciliten la acumulación de agua hielo o nieve en el exterior del colector.
- Facilitar el desmontaje de la cubierta.

4.3.5. Funcionamiento del colector solar plano.

Si se expone un colector al sol sin circulación del fluido en su interior, la temperatura de la placa irá aumentando progresivamente. Esta placa irá almacenando el calor al mismo tiempo en que tendrá unas pérdidas debido a los fenómenos de conducción, convección y radiación, las cuales aumentan con la temperatura.

Llega un momento en que las pérdidas se equiparan a la energía que recibe la placa del sol y la temperatura se estabiliza alcanzándose lo que se denomina la

temperatura de equilibrio estática, que dependerá de la condiciones exteriores a las que esté sometida la placa.

Si se hace circular un fluido por el colector, este recibe el calor de la placa captadora e irá aumentando la temperatura, por el contrario la temperatura de la placa disminuirá.

Manteniendo la circulación del fluido estacionario o constante, llegará un momento en el que se alcance una nueva temperatura de equilibrio llamada temperatura de equilibrio dinámica, la cual siempre es inferior a la estática.

4.4. Agua Caliente sanitaria.

La producción de ACS mediante energía solar, suele calcularse para un intervalo de temperaturas entre 40°C y 50°C, dato que coincide con la temperatura más apropiada para una buena eficacia del colector. Por ello se ha tomado una temperatura de 45°C para el dimensionamiento del circuito primario (depósito formado por los colectores y el depósito de acumulación).

Sin embargo, se debe tener en cuenta que la temperatura de cálculo (45°C), y dado el tipo de instalación, se puede favorecer el crecimiento de la bacteria Legionella. En consecuencia, será preciso realizar un aporte energético extra mediante el circuito secundario.

El Real Decreto 909/2001 del 27 de Julio, establece los criterios higiénicos-sanitarios para la prevención y control de la Legionella para sistemas de agua caliente: red, depósitos, acumuladores y calentadores.

4.5. Datos de partida.

La finalidad del presente proyecto es dotar de un sistema de A.C.S. mediante energía solar a una vivienda situada en la localidad navarra de Artajona.

El cálculo de la carga de consumo de energía se realizará para un aprovechamiento (u ocupación) del 100%.

Mirando en el Nuevo Código Técnico nos fijamos en la tabla de consumos y para una vivienda unifamiliar nos da un consumo por persona y día de 30 litros.

4.5.1. Esquema hidráulico de la instalación.

La instalación de ACS consta de un circuito primario y otro secundario que suministra la energía auxiliar necesaria. El circuito primario es el comprendido entre los colectores solares y el depósito acumulador. El primario está controlado a través de la unidad de regulación del circuito primario, gracias a la información que este recibe de las sondas de temperaturas situadas a las salidas de los

colectores, en el depósito acumulador y en el retorno del circuito. Además de estos elementos básicos, consta del circulador (B1) para mantener la circulación del fluido constante, y un vaso de expansión, para absorber el aumento del volumen de agua que se produce al calentar el contenido del circuito primario.

Los colectores solares, al igual que el resto de los elementos de la instalación, se encuentran aislados mediante válvulas de esfera, para facilitar las posibles reparaciones y mantenimiento de la instalación.

El circuito secundario es el comprendido entre el generador de energía auxiliar (caldera de gasoil) y el depósito acumulador, el cual incorpora un segundo serpentín que actúa de intercambiador de calor. Este circuito es el encargada de aportar la energía que no puede cubrir el primario, y de aumentar la temperatura para realizar la Pasteurización el el agua de ACS. El circuito secundario también posee un circulador (B3) para asegurar la circulación del fluido.

Por último está el circuito de ACS que parte desde el depósito de acumulación, situados el sótano, hasta los diferentes puntos de consumo que se encuentran dentro de la vivienda. También este circuito tiene una bomba de circulación encargada de poder suministrar agua caliente a todos los puntos.

Para ver con más detalle el sistema hidráulico, se puede ver en el documento de planos incluidos en el proyecto.

4.6. Diseño del sistema de captación.

4.6.1. Orientación e inclinación

La orientación del colector la determina la situación de la cubierta de la vivienda. El ángulo de Acimut es igual a -60° , por lo que el siguiente parámetro a determinar es la inclinación del mismo. Utilizando el gráfico del HE4, obtenemos las inclinaciones máximas y mínimas para nuestra orientación, las cuales son respectivamente 30° y 10° . Como la inclinación de la cubierta del edificio es de 24° se han realizado los cálculos para 24° y 30° .

Como los resultados son prácticamente iguales se ha optado por la inclinación de la cubierta , es decir 24° .

4.6.2. Fijación.

Es la encargada de resistir con los colectores instalados las sobrecargas de viento y de nieve. El diseño de la estructura se debe realizar de forma que se dote a los captadores del ángulo de inclinación calculado para el aprovechamiento de la energía incidente, teniendo en cuenta además la facilidad de montaje. En la instalación que se está diseñando se va a utilizar una estructura que dotará a los colectores de la misma inclinación que el tejado de la vivienda. El montaje de la misma es más sencillo que si se tratara de de una estructura levantada y además no producen pérdidas importantes debidas a la inclinación.

Se va a realizar una estructura de aluminio que presentan ventajas frente a las de acero como menor peso, importante para evitar hundimientos de cubiertas. Aunque también presenta alguna desventaja como la de mayor coste. Tiene una alta resistencia a la corrosión.

A fin de no traspasar con el anclaje la cubierta del edificio, porque podría originar infiltraciones de agua, se construirá un murete o zapata de hormigón armado que garantice la total sujeción de la placa, aun en el caso extremo de vientos fuertes. En el murete, se abrirá en la parte inferior de contacto con la cubierta dos pasos para desagüe cuya finalidad será evitar posibles estancamientos de agua.

4.6.3. Conexión de paneles solares.

Los grupos de colectores pueden conexionarse de tres formas distintas:

- En paralelo.

El conexionado en paralelo proporciona funcionamiento térmico similar entre los colectores. Además proporciona un mayor rendimiento, a la vez que incrementa el diámetro y la longitud de la tubería, al ser el caudal total la suma de los caudales en todos los colectores. Este sistema es el utilizado en nuestro proyecto.

- En serie.

El conexionado en serie permite menores caudales, secciones de tuberías más pequeñas y recorridos más cortos. Su gran inconveniente es, que al ir pasando el líquido caloportador de un colector a otro, la temperatura en cada uno va aumentando, y por tanto, disminuyendo la eficacia del sistema.

- Conexionado mixto.

El conexionado mixto consiste en conectar en paralelo grupos de colectores en serie, o en serie, grupos de colectores en paralelo. Este sistema es muy usado en grandes instalaciones.

En nuestro caso solo emplearemos un panel por tanto no se realizaran conexiones.

4.7. Cálculo de la carga de consumo.

No se disponen de datos concretos de consumo, nos basaremos en la norma para seleccionar la cantidad de litros de consumo por persona. Tomaremos nuestra vivienda como una vivienda unifamiliar con lo que elegiremos 30 litros/persona., una temperatura de consumo de 45°C y que habitan en el interior de la vivienda unas 4 o 5 personas.

Podemos ver en el documento de cálculo las diferentes tablas realizadas para el cálculo de la superficie de los captadores.

Estas seis primeras columnas de la tabla son utilizadas para calcular las necesidades energéticas que vamos a tener en la vivienda:

Ocupación (columna 1):

Hace referencia a la ocupación de la vivienda o del consumo respecto al consumo máximo estimado. Escogeremos el 100% de la ocupación.

Consumo (columna 2):

Se hace referencia al consumo que tenemos dentro de la torre de viviendas. Tenemos 5 personas, 30 litros por persona, dependiendo de los días que tenga el mes nos da una serie de valores.

T_F (Columna 3):

Representa la temperatura media del agua de red. Los valores utilizados vienen descritos en la tabla del anexo 1 del documento de cálculos.

Salto Térmico (columna 4):

Representa la diferencia de temperatura que existe entre la temperatura de red y la temperatura a la que vamos a suministrar dicho agua.

Demanda (Columna 5 y 6):

Representa la demanda energética que debemos de tener en cuenta para los cálculos. La columna 5 tenemos dicha demanda representada en Termias mientras que la columna 6 la tenemos en MegaJulios. Para estos cambios aplicamos que:

$$1\text{Termia} = 4,186 \text{ MegaJulios}$$

Las siguientes columnas nos sirven para el dimensionamiento de la superficie de los captadores.

El método de cálculo utilizado garantiza una superficie de captadores suficiente, con una gran probabilidad, una buena cobertura de las necesidades energéticas, no siendo necesarios coeficientes de seguridad ni sobredimensionamientos finales

para poder asegurar un buen funcionamiento, como es frecuente en otros métodos.

Necesidad energética diaria (columna 7):

Representa la necesidad energética diaria, en MJ, que se obtiene dividiendo la columna seis por el número de días de cada mes.

H (columna 8):

Representa la energía incidente en un m² horizontal, en MJ. Estos valores pueden ser obtenidos en la tabla 2 del anexo 1.

K (columna 9):

Representa el valor del coeficiente de corrección por inclinación. Para diferentes valores de la inclinación que tomemos, tendremos diferentes valores de los coeficientes. Podemos ver los valores de estos mirando la tabla 6 del anexo 1.

E (columna 10):

Representa la energía neta incidente, en MJ, y se puede calcular mediante la expresión $E = 0,94 \cdot K \cdot H$.

Nº de horas útiles de sol (columna 11):

Representa el número de horas útiles de sol.

I (columna 12):

Representa la intensidad media útil, en W/m², y se obtiene dividiendo la columna 10, entre la columna 11.

Ta (columna 13):

Representa la temperatura ambiente durante las horas de sol. Estos valores vienen representado en la tabla 7 del anexo 1.

T* (columna 14):

Representa parte de la ecuación característica del rendimiento del colector:

$$T^* = U_o \cdot$$

Donde:

- $U_o = 10 \text{ w/m}^2\text{°C}$.
- T_m = Temperatura media del colector = 45 °C.
- Temperatura ambiente (°C).
- I = Intensidad media útil (W/m²).

η (Columna 15):

Representa el rendimiento medio del colector solar en %:

$$\eta = 0,801 - 0,3913 \cdot T^* - 0,00014 \cdot (T^*)^2$$

Aportación solar por m² (columna 16):

Se obtiene al multiplicar la columna 10 por la columna 15.

Energía neta disponible al día por m² (columna 17):

Se obtiene multiplicando la columna 16 por un factor de 0,85 a fin de considerar las pérdidas producidas en el acumulador.

Energía neta disponible al mes por m² (columna 18):

Se obtiene al multiplicar la columna 17 por el número de días del mes.

Una vez conocidos estos datos, podemos calcular la superficie colectora necesaria, sólo tenemos que dividir la demanda total que se encuentra en la suma de la columna 6, entre la suma de la energía neta disponible total de la columna 18. El resultado nos da una superficie de 57,94 m² lo que supone 23,19 paneles solares del modelo elegido (ver anexo 5). Como no podemos poner exactamente ese número de colectores optaremos por elegir 24 colectores solares de modelo sw 2,5 de la marca Viessmann con 2,5 m² de superficie colectora.

Energía solar total (columna 19):

Se obtiene multiplicando la superficie real colectora por la energía neta por m² (columna 18).

Tanto por ciento de sustitución (columna 20):

Representa la fracción de consumo energético que es satisfecho por la energía solar, es decir, la columna 19 entre la columna 6, multiplicado por cien. En los meses en los que el aporte sea mayor que el de consumo, dicho porcentaje será lógicamente igual al cien por cien.

Déficit energético (columna 21):

Representa la energía auxiliar que hay que aportar los meses en los que la energía solar no basta por sí sola para mantener el cien por cien de las necesidades. Se calcula como la diferencia entre la columna 6 y la columna 19.

Una vez obtenidas las 21 columnas de la tabla, podremos calcular el déficit de energía, para lo que habrá que dividir la suma del déficit energético (columna 21) entre la suma de la demanda (columna 6), y multiplicarlo por 100.

Nos dan unos valores de cercanos al 48%, por tanto, el ahorro de energía debido al aporte solar será del 52%.

4.8. Dimensionado del volumen de captación.

Según estudios teóricos experimentales, corroborados por la experiencia, se ha observado que el volumen óptimo de acumulación está en torno a los 70 l/m² de colector. El volumen óptimo suele tener un margen de aproximadamente entre 50 y 70 l/m². Valores mayores no conducen a porcentajes significativamente superiores en cuanto al aprovechamiento de la energía solar incidente.

Si la acumulación es menor, se consiguen mayores temperaturas, en detrimento del equipo, y si es mayor, sube el rendimiento, pero se corre el peligro de no alcanzar la temperatura de uso.

La temperatura de utilización más adecuada para las instalaciones solares es de 45°C, y con esta temperatura se han realizado todos los cálculos pertinentes.

Aplicando al volumen óptimo la superficie captadora que tenemos que es de 2.5m², en el mayor de los casos nos da un volumen de acumulación de 175 litros (70 litros), y con el menor 125 litros(50 litros).

En el estudio que habíamos realizado previamente habíamos estudiado un volumen de acumulación de 200 litros, ya que tenemos que ver la cantidad de volumen necesario a primera hora del día para tener preparado.

Por tanto el volumen de acumulación será igual a **200 litros**. Nosotros vamos a tener dos depósitos de acumulación conectados en serie. Uno de estos depósitos será calentado con la energía obtenida mediante las placas solares instaladas en el edificio, mientras que el otro depósito estará conectado a la caldera, la cual sólo funcionará si la cantidad de ACS acumulada en los depósitos no es la necesaria para consumir, por lo tanto el cálculo se ha realizado sólo con 200 litros.

Con la separación en dos depósitos de acumulación del agua acumulada conseguimos que en horarios punta, como puede ser las 7:00, 8:00 de la mañana, en las cuales la energía solar es prácticamente inexistente debida a que no ha salido el sol completamente, calentar un depósito (depósito2) mediante la energía proporcionada por la caldera para el uso instantáneo. Posteriormente se utilizará el depósito calentado por energía solar (depósito1).

Los depósitos son dos depósitos modelo GX-200-M1 de la serie GEISER INOX de LAPESA, de los que se pueden consultar las características en el anexo 3.

4.9. Selección del fluido caloportador.

El fluido caloportador es aquel que pasa a través del absorbedor y transfiere a otra parte del sistema la energía térmica absorbida. Se pueden utilizar cuatro tipos diferentes de fluidos:

- Agua Natural.

Puede ser utilizado tanto en circuitos abiertos como en cerrados. El gran inconveniente que presenta es la posibilidad de congelación en heladas.

- Agua con adición de congelante:

Es una mezcla de agua caliente con anticongelante. Las características a tener en cuenta en este tipo de mezcla son:

1. *Toxicidad:* Los anticongelantes son en general tóxicos, por lo que es preciso asegurar la imposibilidad de mezcla entre estos y el agua de consumo.
2. *Viscosidad:* La adición de anticongelante aumenta notablemente la viscosidad de la mezcla. En consecuencia, es preciso tener este aumento en cuenta en el cálculo de pérdidas de carga de las instalaciones y en la potencia del circulador de ahí el que hayamos multiplicado ciertos valores por un coeficiente de seguridad.
3. *Dilatación:* El coeficiente de dilatación del anticongelante es superior al del agua corriente. Será preciso tener en cuenta este factor en el cálculo del vaso de expansión.
4. *Estabilidad:* La mayor parte de los anticongelantes se degradan con temperaturas del orden de 120°C y pueden generar productos corrosivos para los materiales que constituyen el circuito
5. *Calor específico:* El calor específico de la mezcla disminuye, y por tanto habrá de tenerse en cuenta en el cálculo del diámetro de las tuberías y del circulador.
6. *Temperatura de ebullición:* La temperatura de ebullición de la mezcla aumenta, pero no demasiado, no siendo relevante el efecto que provoca.

- Líquidos orgánicos sintéticos o derivados del petróleo.

Las precauciones señaladas a propósito del agua con anticongelante deben ser igualmente tomadas en consideración en lo que concierne a la toxicidad, viscosidad y dilatación. Además, al estar hablando de combustibles, debe tenerse en cuenta el riesgo de incendio de la instalación. Por otra parte son estables a altas temperaturas.

- Aceites de silicona:

Suelen ser productos estables y de buena calidad pero sus precios actuales no permiten su utilización generalizada. Presentan dos grandes ventajas: No son tóxicos y no son inflamables

Debido a que los colectores se van a colocar en una zona en la cual los veranos son relativamente suaves y los inviernos son duros, hemos optado por la elección de un fluido caloportador que contiene una mezcla de agua con un 40% de peso de propenglicol (anticongelante).

4.10. Diseño del circuito hidráulico.

Tuberías

Los materiales más usados son:

Cobre: Ampliamente utilizado en instalaciones de todo tipo, siendo el más aconsejable para instalaciones solares, por ser técnicamente idóneo y económicamente muy competitivo. Como características más importantes nos encontramos con una alta resistencia a la corrosión, maleabilidad y conductividad.

Acero galvanizado: Es el más usado en fontanería de ACS. No se debe utilizar en circuitos en los cuales el fluido vaya a sobrepasar los 65°C. La protección que lleva de Zinc puede sufrir un gran deterioro.

Acero Negro: Sólo para circuitos primarios que requieran la utilización de gran caudal. No está permitido en instalaciones de ACS.

Plástico: Características similares a las del cobre, y su uso se está generalizando cada vez más. Su gran problema radica en la gran cantidad de materiales que contiene que muchas veces no sabes sus límites de aplicación.

Las tuberías serán de cobre tanto en el circuito primario como en el secundario, debido a su resistencia a la corrosión, facilidad a trabajar con él y que se producen pérdidas de carga más bajas que con otros materiales, obteniéndose diámetros menores para las conducciones. Además, su maleabilidad le hace resistir las heladas.

La tubería de cobre tendrá un diámetro interior mínimo de 11mm. Habiéndose examinado las características de los componentes a instalar, se ha determinado conveniente montar tubería de 20 mm de diámetro interior normalizada en vez de la inmediata superior a 11mm que es la de 13 mm de diámetro interior normalizado.

En el documento de cálculos se han realizado las comprobaciones de las siguientes especificaciones para dicho diámetro:

- Pérdida de carga por metro lineal de tubo < 40 mm.c.a.
- Velocidad de circulación del líquido < 1,5 m/s.
- Pérdida de carga total < 7 m.c.a.

Bombas

En la instalación de ACS solar existen cuatro bombas de circulación. La otra bomba se encuentra en el circuito de calefacción.

Para el cálculo de la bomba de circulación del circuito primario (B1) es necesario considerar las pérdidas de carga producidas en el colector, en el acumulador, y la pérdida de carga total del circuito primario principal, además del caudal. Con estos datos elegiremos la bomba de circulación que más se adapte a nuestras necesidades. El circulador solar seleccionado es el proporcionado por el fabricante Grundfos y cuyo modelo es **‘UPS Solar 25-120 180’**. Las instrucciones técnicas de la bomba se encuentra en el Anexo 4

La bomba de circulación de ACS (B2) se ha explicado en el apartado de agua caliente sanitaria.

Para la bomba de recirculación entre los dos depósitos de acumulación (B4), se ha tenido en cuenta los accesorios que se encuentran entre los dos depósitos, pero las pérdidas no son muy grandes con lo que la bomba será sencilla. La escogida es de la marca Grundfos modelo **‘UPS 32-60 180’**.

Para el llenado del circuito solar (B6), optaremos por una bomba de presión que nos eleve el fluido, en caso necesario, desde su lugar en una sala en la planta de garajes hasta la conexión que tendremos con el circuito primario. El modelo de bomba elegido será de la marca WILO modelo **‘ASP 100 A’**.

Vasos de expansión.

Con el fin de evitar posibles dilataciones que puedan romper nuestra instalación, montaremos diferentes vasos de expansión para amortiguar estas dilataciones.

La capacidad de estos depósitos debe de ser lo suficiente como para amortiguar dichas dilataciones. En caso contrario el rellenado periódico del fluido va depositando incrustaciones calcáreas en su interior de la instalación, pudiendo producir averías en la instalación.

Dentro de los vasos de expansión existen de dos clases, de vaso cerrado o abierto. Aquí hemos elegido de vaso cerrado ya que tienen una serie de ventajas con respecto a las de abierto:

- Fácil montaje, ya que puede ubicarse en cualquier sitio de la instalación.
- No es preciso aislarlo.
- Al instalarse en circuitos cerrados no absorben oxígeno del aire.
- Eliminan las pérdidas del fluido caloportador por evaporación.

Para instalaciones de energía solar se utiliza la siguiente expresión, para el cálculo de los vasos de expansión:

$$V = V_T \cdot (0,2 + 0,01 \cdot h)$$

V_T = Capacidad total del circuito primario, la capacidad de los colectores y la capacidad del intercambiador del depósito acumulador.

h = Diferencia de altura en metros, entre el punto más alto del campo de colectores, y el depósito de expansión.

El vaso de expansión seleccionado para el circuito de energía solar es de la marca Sedical, el modelo Reflex ES de 8 litros.

4.11. Otros elementos de la instalación.

Manómetro.

Son aparatos que sirven para conocer el valor de la presión en el interior de una tubería o depósito.

Válvulas.

Esta instalación constará del siguiente tipo de válvulas:

I. Válvulas de seguridad.

La actual legislación exige la colocación de válvulas de seguridad en todos los circuitos sometidos a presión y variación de temperatura. Las válvulas de seguridad actúan como elementos limitadores de la presión de los circuitos y son imprescindibles para proteger los componentes de la instalación.

El tarado de la válvula, es decir, la presión a la cual la válvula actúa dejando escapar el fluido, debe ser inferior a la que pueda soportar el elemento más delicado de la instalación.

En la instalación se colocará una válvula de seguridad a la entrada del acumulador.

II. Válvulas antirretorno.

Estas válvulas se colocan para permitir el paso del fluido en un único sentido, impidiendo la circulación en sentido contrario.

Existen dos tipos: De clapeta o de obús.

En la instalación se emplearán las válvulas antirretorno de clapeta oscilante por producir una menor pérdida de carga que las de obús.

III. Válvulas de paso.

Se emplean para interrumpir, parcial o totalmente, el paso del fluido por las tuberías. Existen varios tipos: las de asiento, de compuerta, de mariposa y de bola o esfera.

El tipo de válvulas empleadas en la instalación, serán las válvulas de bola porque son las más recomendables para diámetros pequeños.

IV. Válvulas de tres vías.

Se utilizan para conseguir de forma automática la circulación de fluidos por vías alternativas.

Purgadores.

El purgador es el elemento encargado de expulsar los gases, generalmente aire, contenidos en el fluido caloportador.

La presencia de gases en el circuito puede dar lugar a la formación de bolsas que impiden la correcta circulación del fluido caloportador, provocando corrosiones en las tuberías y en los colectores.

Para asegurarse de que los gases disueltos en el líquido son evacuados hacia el exterior por el purgador, es conveniente colocarlo en el punto más alto de la instalación a la salida de los colectores.

Grifos de vaciado.

En algunas ocasiones, para operaciones de mantenimiento o reposición de algún elemento averiado de la instalación, es preciso vaciar el circuito, tanto el primario como el secundario. Para conseguirlo con rapidez y comodidad, se colocan en los circuitos llaves de paso conocidas como grifos o válvulas de vaciado.

4.12. Caldera de apoyo.

El modelo elegido es una caldera de gasóleo de la marca **ROCA LIDIA 20 GTA**, la cual podrá satisfacer perfectamente todas las necesidades caloríficas de la vivienda ya que la potencia que proporciona dicha caldera es de 20900 W (18000 Kcal/h). Características técnicas en el anexo 2.

4.12.1. Depósito de combustible.

El combustible que se utilizará para abastecer a la caldera será GASOLEO. Es necesaria la instalación de un depósito de almacenamiento para dicho combustible, que en este caso se colocará en el garaje de la vivienda separado de la caldera por una distancia mínima de 1 m según se establece en la Instrucción Técnica Complementaria M1-1P03 que regula las instalaciones petrolíferas de uso propio.

El depósito de combustible elegido, cuenta con indicador de nivel, llaves, doble pared homologada y un punto de inflamación superior a los 55°C. Fabricado según norma UNE-53432/92, y homologado por TUV.

4.12.2. Ventilación del local donde se sitúa la caldera.

El local donde se colocará la caldera de gasóleo (garaje) tiene una superficie de 107,72 m². Dispone de tres ventanas de 1x1,20 m y una puerta de entrada cuyas dimensiones son 3,20 x 2,50 m. Las dimensiones del local son más que suficientes y en cuanto a la ventilación, no existe ningún problema.

4.13. Sistemas de regulación y control.

El electrocirculador solamente debe actuar cuando los colectores puedan aportar al acumulador una ganancia útil, y detenerse cuando no haya captación, o esta sea tan débil que no se produzca ganancia neta o incluso se vaya a producir una pérdida. Esto se consigue con el llamado termostato diferencial (regulador del circuito primario) y las sondas de temperatura de las que va provisto.

El mecanismo de control del circuito primario consiste en lo siguiente:

Una de las sondas, se coloca en la parte más alta a la salida de los colectores solares, y se conecta al termostato diferencial. La otra sonda, también va conectada al termostato diferencial, y se coloca en la parte inferior a la salida del acumulador. La última conexión se establece entre el termostato diferencial y la bomba de circulación.

Las sondas suelen ser de inmersión o de contacto. Las primeras se introducen en el colector o en el acumulador con ayuda de una vaina, y las otras se sujetan en estrecho contacto en la parte exterior de ambos elementos. Las de inmersión son preferibles ya que son más precisas y seguras. La misión del termostato diferencial es comparar la temperatura a la salida de los colectores y del acumulador, de manera que cuando exista una diferencia de temperatura entre ellos favorable a los

colectores, el electrocircular se pondrá en marcha iniciándose el proceso de acumulación de energía.

4.14. Aislamiento.

Es un elemento fundamental de la instalación de energía solar. Los tres lugares en los que se emplea el aislamiento son: en la parte posterior de los colectores, las tuberías y el depósito de almacenamiento de agua caliente.

La elección de un buen aislamiento viene determinada por los siguientes factores:

- Bajo coeficiente de conductividad.
- Bajo coste.
- Facilidad de colocación.
- Gama de temperaturas adecuado.
- Ser ignífugo.
- No ser corrosivo con las superficies con las que esté en contacto.
- Ser estable.
- No producir moho.
- Resistencia mecánica buena.
- Peso específico reducido.

Los tipos de aislantes pueden ser:

- Fibrosos.
- Granulosos.
- Celulares.

El tipo de aislante elegido para todas las tuberías del circuito primario será de espuma elastomérica, correspondiente al tipo de aislamiento celular.

El espesor del aislamiento en tramos interiores será de 20 mm, y de 30 mm para los tramos exteriores.

El depósito acumulador lleva incorporado su propio aislamiento, que se trata de una capa de 75 mm de espuma de poliuretano envuelto por una capa externa de PVC de color blanco.

5. INSTALACIÓN DE BIOMASA

La biomasa comprende todo tipo de materia orgánica, tanto de origen vegetal como animal. Podemos encontrar que está formada por leña, arbustos, residuos forestales, restos de poda, residuos agrícolas como la paja, residuos de industrias madereras, papeleras y agroalimentarias, estiércol, residuos de explotaciones agro ganaderas, residuos sólidos urbanos y aguas residuales urbanas entre otros.

Utilizar la biomasa como combustible es un recurso renovable ya que se produce a la misma velocidad del consumo, siempre y cuando el consumo sea controlado y se evite la sobreexplotación de los recursos naturales.

5.1. Calefacción de edificios con biomasa

5.1.1. Introducción

Desde la década de los sesenta la biomasa como combustible tradicional ha sido progresivamente sustituida por combustibles fósiles debido a la comodidad en el transporte, manejo o almacenamiento.

No obstante en la actualidad existe tecnología fiable y a costes competitivos que hacen de la biomasa un fuerte competidor del gas natural y los derivados del petróleo.

Existen una gran variedad de biocombustibles sólidos que pueden ser utilizados en los sistemas de calefacción de edificios. Entre ellos destacan pellets, astillas, huesos de aceitunas, cascaras de frutos secos como almendras o piñones, etc.

5.1.2. Ventajas e inconvenientes

Los sistemas de calefacción y producción de agua caliente sanitaria basada en la biomasa son respetuosos con el medio ambiente, no generan olores como el gasóleo, ni pueden dar lugar a escapes peligrosos como el gas.

Su operación y mantenimiento son muy sencillos ya que incorporan sistemas de control electrónico para el manejo de la instalación. Por ejemplo el encendido puede realizarse manualmente o a distancia mediante un mensaje de teléfono móvil. La limpieza del equipo es totalmente automática, la única operación a realizar por el usuario es la retirada de las cenizas. Dependiendo de la calidad del combustible y la caldera, las cenizas pueden suponer hasta el 1% de la biomasa consumida, lo cual hace de la retirada de cenizas una tarea poco frecuente.

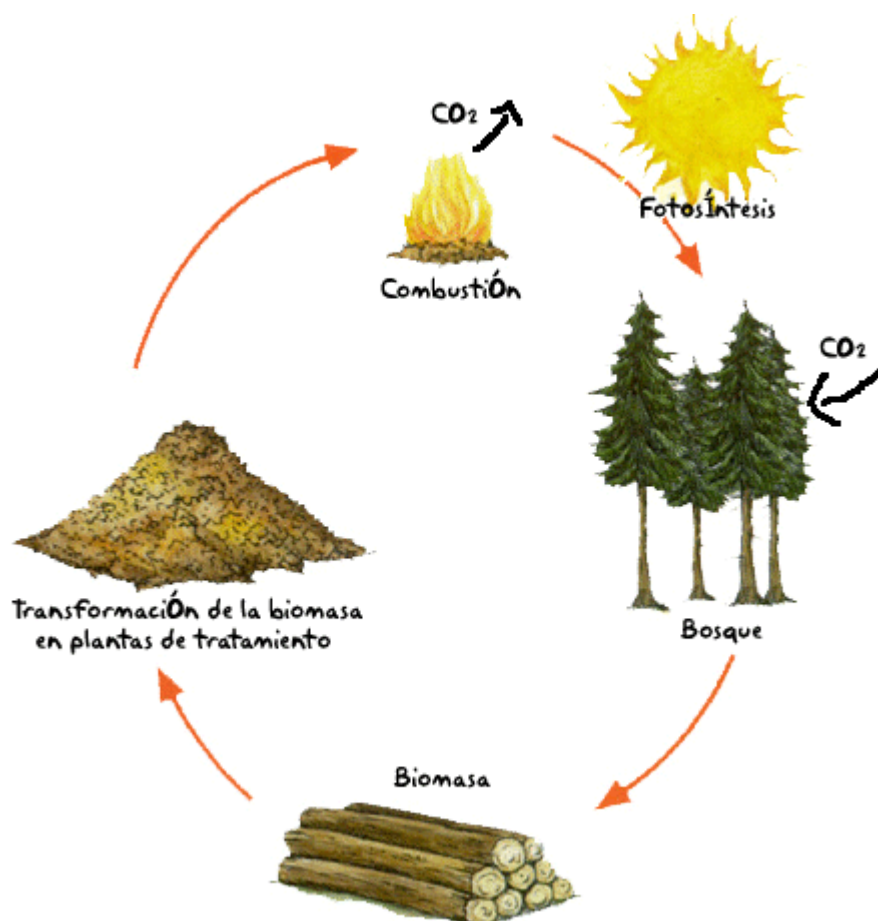
Estas calderas oponen una gran resistencia al desgaste, tienen una larga vida útil y son muy silenciosas debido a que no necesitan un quemador que insufla aire a presión para pulverizar el combustible, como las calderas de gasóleo. Además, presentan un alto rendimiento energético, entre el 85 y el 92%.

Como inconvenientes se podrían argumentar la necesidad de espacio para el

almacenamiento del combustible al igual que en el caso del gasóleo, y la relativa dificultad de suministro de combustible puesto que aun no existe una red de distribuidores extensa, al contrario de lo que ocurre con el gas y el gasoil.

5.1.3. Beneficios socio económicos y medioambientales de la biomasa

La biomasa contribuye a la conservación del medio ambiente, debido a que sus emisiones a la atmosfera son inferiores que las de los combustibles sólidos por su bajo contenido en azufre, nitrógeno y cloro. La mayor ventaja es el balance neutro de CO₂ se da al cerrar el ciclo de carbono que comenzaron las plantas en su crecimiento



Si comparamos las emisiones de las calderas de biomasa con las de los sistemas convencionales de calefacción, se podría decir que los valores de SO₂, responsable de la lluvia ácida, son en el caso de las calderas de biomasa más bajos o similares a los de gasóleo y gas. En cuanto a las partículas las emisiones son superiores, pero dentro de los límites que definen las diferentes legislaciones en la materia.

Desde un punto de vista más amplio, es decir, analizando el ciclo de vida del proceso en su conjunto (extracción, producción, transporte, etc.) para los tres combustibles considerados, la situación se torna indiscutiblemente favorable a la biomasa, como se puede observar en el siguiente cuadro:

Emisiones año-ciclo de vida

Gasóleo de calefacción		Gas natural	Astilla de madera y pelets
CO (kg)	35	90	20
SO ₂ (kg)	205	20	48
CO ₂ (t)	195	160	15
Partículas (kg)	20	10	30

Emisiones-año del ciclo de vida según el tipo de combustible atizado. Fuente: Guía práctica, Sistemas de Calefacción con Biomasa en Edificios y Viviendas.

La situación anterior se explica si se tiene en cuenta que los combustibles fósiles (gas natural) o derivados de ellos (gasóleo) han de ser extraídos en lugares muy lejanos, ser transportados, transformados, bombeados..., antes de llegar al punto de consumo. Y todas estas operaciones consumen asimismo mucha energía.

Por tanto, observando la tabla se puede decir que las emisiones de la biomasa son menos contaminantes que las de otros combustibles ya que su composición es básicamente parte del co₂ captado por la planta origen de la fotosíntesis, y vapor de agua que se genera al arder la humedad de la biomasa.

Es importante resaltar que el aprovechamiento energético supone “convertir un residuo en un recurso”. Un porcentaje de la biomasa que se usa para producir energía procede de materiales residuales que es necesario eliminar, como residuos procedentes de podas y limpiezas de bosques, rastrojos y podas agrícolas, disminuyendo al mismo tiempo el riesgo de incendios, enfermedades y plagas, y su propagación.

Su utilización desarrolla nuevas actividades que a su vez generan puestos de trabajo en el medio rural, lo cual supone una nueva fuente de ingresos para las industrias locales. Esta oferta de empleo permite fijar la población en los núcleos rurales evitando con ello alguno de los problemas sociales derivados de la emigración hacia los grandes núcleos urbanos, como el abandono de las actividades del mundo rural o la aparición de zonas agrícolas marginales.

5.2. Combustibles

Existe una gran variedad de combustibles biomásicos susceptibles de ser empleados en los sistemas de climatización, como por ejemplo: astillas, pelets, serrín, corteza, residuos agroindustriales como los huesos de aceituna, cáscaras de frutos secos (almendra, piñón,...), poda de vid, poda de olivo, etc.

Su utilización varía de una zona a otra de España en función de la disponibilidad, de la tradición y del clima que, de forma indirecta, también influye en el tipo de biomasa disponible, ya que las especies se cultivan o vegetan de forma natural en

las zonas donde el clima más las favorece.

La aparición en el mercado de calderas y sus accesorios, específicamente diseñados para pequeñas y medianas potencias y combustibles sólidos de granulometría reducida, hacen que el uso de la biomasa bruta (tamaños irregulares) tenga pocas expectativas de crecimiento en beneficio de astillas, pelets, cáscaras y huesos que bien por transformación, bien por su propia naturaleza, tienen unas características adecuadas para la automatización de los sistemas.

Combustibles	PCI seco MJ/Kg	Humedad (% b.h)	Uso
Astillas	14,4-16,2	20 a 60	Doméstico, Industrial, Residencial,
Pelets	18-19,5	<12	Doméstico, Residencial
Hueso de aceituna	18	12 a 20	Doméstico, Industrial, Residencial,
Cáscara de frutos secos	16,7	8 a 15	Doméstico, Industrial, Residencial,
Poda de olivar	17,2	20 a 60	Doméstico, Industrial, Residencial,
Poda de vid	16,7	20 a 60	Doméstico, Industrial, Residencial,

Propiedades de los combustibles biomásicos. Fuente: Sistemas automáticos de calefacción con biomasa en edificios, Guía práctica de la Comunidad de Madrid.

5.2.1 Pellets

Los pelets son uno de los principales productos de la compactación de la biomasa. Generalmente para su fabricación se utilizan materiales residuales de las industrias de transformación de la madera tales como virutas, serrines, polvo de lijado, etc.

También es posible utilizar residuos de poda agrícola y de limpieza forestal. En este caso se requiere una serie de tratamientos previos de los residuos como el secado, astillado y/o molienda debido a que las operaciones de peletizado necesitan unas condiciones de humedad y granulometría especiales.

Los pelets tienen forma cilíndrica, con diámetros normalmente comprendidos entre 6 y 12 mm y longitudes de 10 a 30 mm. Como consecuencia, los pelets pueden ser alimentados y dosificados mediante sistemas automáticos, siendo una ventaja en instalaciones de edificios.

-Pellets de madera: Son aquellos cuya procedencia es mayoritariamente residuos de madera. Aproximadamente, el 45% de la materia prima proviene de la industria de la primera transformación de la madera, el 45% de industrias de segunda transformación de la madera (muebles, parquet, puertas,...) y el 10% restante procede de otras materias primas como residuos forestales, residuos de

industrias textiles, etc. La materia prima se utiliza fundamentalmente en forma de serrín o astilla, porque reduce drásticamente la transformación física y los costes de secado.

Los pelets tienen algunas ventajas que son de interés:

- Es un combustible estandarizado.
- Requieren poco espacio de almacenamiento.
- El esfuerzo en el mantenimiento y operación de la instalación es menor que con otros combustibles.

-Agropellets: Los agropellets son pellets cuyas materias primas son de origen agrícola, generalmente residuos (paja, residuos de podas, etc.).

Hoy en día se sabe que tienen algunas desventajas, como:

- Requieren de mayor espacio para su almacenamiento por su menor densidad.
- Pueden dar problemas de emisiones o corrosión de la caldera y, por tanto, mayor mantenimiento de la instalación.

5.2.1.1 Fabricación de pellets

Etapas del proceso de producción de pellets:

- *Suministro de materia prima a la planta:*

Para que una planta de fabricación de pelets sea rentable y produzca beneficios, es necesaria la: Disponibilidad de materia prima de buena calidad (bajo contenido en sílice y otras materias minerales), homogeneidad en composición, humedad y granulometría, cantidad suficiente y, garantía de suministro.

- *Secado forzado:*

El secado es una operación imprescindible por la elevada humedad que presenta el serrín según se produce en el aserradero. Esta operación se puede realizar en un secadero rotatorio directo, cuyo flujo secante proviene de los gases de combustión desprendidos por una caldera de biomasa alimentada con la viruta y/o los rechazos del serrín.

- *Refinado del material:*

El material, una vez secado, se hace pasar por un molino refinador que iguala los tamaños de partícula a un máximo de 5 mm. La materia prima seca y refinada se transporta de forma neumática a un silo previo al peletizado.

- *Compactación:*

En función de la forma de la matriz empleada, se pueden diferenciar dos tipos de peletizadoras. Por un lado, la de matriz plana, en la que uno o varios rodillos pasan sobre el producto y lo extruyen entre los orificios que posee la matriz. Por otra parte, la peletizadora de matriz anular, que tiene forma de corona circular agujereada, con una luz y espesor determinados, sobre la cual giran excéntricamente uno o varios rodillos.

La matriz es una pieza estática, que sufre grandes abrasiones ya que los rodillos interiores presionan el material, produciéndose la densificación en las canaletas. La forma de los pelets dependerá directamente del tipo de orificio existente en la

matriz.

Los equipos de matriz plana presentan la ventaja de duplicar la vida media de las matrices por ser estas reversibles, además de ser más baratas que las del tipo anular. La matriz anular parece producir pelets más largos sin mermar su consistencia. Es decir, ambas tienen ventajas e inconvenientes, y los fabricantes no se decantan claramente por ninguno de los dos tipos.

-Enfriado de pellets:

Una vez elaborados los pelets se deben enfriar suave y lentamente para evitar que produzcan fisuras.

El enfriado de pelets se realiza mediante un flujo de aire a contra corriente. El aire es el que asciende verticalmente adquiriendo el calor de los pelets, mientras estos bajan cediendo calor.

-Almacenamiento y logística:

Generalmente el almacenamiento se realiza en sacos de 15-25 kg, que son los más comercializados en Europa, en big bags o en una tolva para granel.

Lo más cómodo para el usuario es la distribución con camiones cisterna, que mediante un sistema neumático, entregan la cantidad de pellet solicitada, de igual manera que el suministro de gasoil.

5.2.1.2. Los pellets en Europa

En Europa, el uso de los pelets lleva implantado hace ya unos años, por lo que existen unos estándares utilizados por los fabricantes de pelets y calderas de biomasa. Estos pelets están caracterizados por:

- Densidad media de unos 700 kg/m^3 . Esta elevada densidad proporciona una ventaja en el transporte y el almacenamiento.

- Bajo contenido en cenizas (cerca de 0,5%) y humedad (6-8%).

- Elevado poder calorífico en función de la materia prima con la que han sido fabricados, que alcanza valores de hasta 4.000-4.500 kcal/kg. Es interesante saber que dos kilogramos de pelets equivalen a un litro de gasóleo.

5.3 Transporte y distribución de combustible

El mayor inconveniente de la biomasa, desde el punto de vista del consumidor, no supone ya ninguna incomodidad gracias a la implantación de los nuevos sistemas. Hoy en día la forma de distribución de los combustibles de pequeña granulometría, como pellets, astillas y huesos de aceituna, se lleva a cabo en sacos normalizados o bien mediante camiones cisterna que de forma neumática descarga el combustible en el silo o tolva del usuario limpiamente y sin ningún esfuerzo.

5.4 Almacenamiento de la biomasa

Existen diferentes sistemas de almacenamiento para la biomasa:

- Contenedor de almacenamiento: Este sistema es la opción más razonable para usuarios que dispongan de poco espacio (hasta 300 kg).

- Silo textil: Este sistema es optimo en lugares en los que haya espacio suficiente para su instalación, debido a que presenta una mayor autonomía que los anteriores al tener una capacidad de 2 a 5 toneladas.
- Depósito subterráneo: Cuando no existe espacio suficiente para el almacenamiento de combustible, se podrá utilizar este tipo de depósito en el exterior de la vivienda, que mediante un sistema neumático transporta los pellets a la caldera.
- Silo de almacenamiento de obra: En este sistema se pueden dar dos casos distintos: silo con suelo inclinado con un tornillo sinfín que transporta el combustible a la caldera, o silo con alimentación neumática que permite que el silo este situado hasta a 30 metros de la caldera.

5.5 Operación y mantenimiento

Es muy importante la elección de la potencia de la caldera, ya que un correcto funcionamiento aporta las condiciones óptimas de operación, reducción de la gestión de las cenizas, la limpieza de la caldera y las averías debidas a bajas demandas de potencia.

El tiempo de dedicación requerido depende de varios factores: si la recepción del combustible se realiza sin la presencia del usuario, si la biomasa atasca o interrumpe el sistema de alimentación, si la supervisión del sistema se realiza mediante telecontrol en el caso de astillas, pellets o residuos agroforestales. Todas estas actividades abarcan:

- El control visual de la caldera un par de veces a la semana si es posible.
- Adquisición del combustible.
- Gestión de las cenizas.

Es obvio que el tiempo dedicado depende del tamaño de la instalación y del consumo de biomasa. En instalaciones pequeñas el tiempo dedicado será menor

5.6 Caldera

Es el aparato que calienta tanto el ACS como el agua de calefacción para satisfacer la demanda del usuario.

Para la producción de ACS, la caldera calienta un determinado volumen de agua que se va al depósito de acumulación.

Para calentar el agua de la instalación de calefacción, se hace circular el agua que sale de la caldera por el grupo de impulsión del suelo radiante, el cual dispone de una válvula de tres vías que regula la temperatura del agua del suelo radiante.

En la entrada y salida de la caldera se instalaran llaves de corte del tipo esférico que permitirán aislarla del resto de la instalación.

Según el RITE, la suma de las potencias de los generadores de calor se ajustara a la suma de las demandas máximas simultáneas de las instalaciones servidas, por lo que al calcular la potencia de la caldera, se debe hallar la potencia de calefacción y la necesaria de ACS. De este modo, será capaz de abastecer las dos posibles demandas independientemente.

La caldera elegida es una caldera de biomasa de tipo mixta, que emplea como combustible pellets. Se trata de una caldera PELLEMATIC 15, de ÖKOFEN. Las calderas de pellets son muy eficientes y mas compactas que el resto de las calderas de biomasa. Las características principales de la caldera se pueden consultar en el Anexo.

5.6.1 Combustible

El combustible que se va a emplear es el pellet, debido a que tiene un alto poder calorífico y su costo es bajo respecto al de otros combustibles.

5.6.2 Silo

Para el almacenamiento del combustible, pellets en este caso, se va a instalar un silo. Se ha escogido un silo flexible de marca Ökofen , modelo Flexilo S190H, cuyas dimensiones son 197x197x195 y con una capacidad máxima de 3,2 toneladas.



Además necesitaremos un sistema de alimentación a la caldera, el cual se realizara mediante tornillo sinfín desde el silo hasta la caldera.



5.6.3. Chimenea

Es similar a la de una caldera convencional, aunque de un diámetro ligeramente mayor, ya que en el caso de la biomasa el volumen de humos generado en la combustión es mayor que en el caso de Gas Natural o el gasoil. Esto se debe a la humedad de la biomasa que al evaporarse en la caldera da lugar a vapor de agua, que al mezclarse con los productos de la combustión (CO_2 , SO_2 , NO) hace que el volumen total de los gases generados sea mayor. Se va a instalar una chimenea circular de 150mm de diámetro. Esta se aislara mediante lana mineral de 30 mm.

5.6.4. Sistema de seguridad

Es muy importante disponer de un sistema que evite el retroceso de la llama de la caldera hacia el lugar de almacenamiento del combustible. Para ello la instalación que se está instalando incluye:

- Compuerta de cierre estanca contra el retroceso de la combustión, que interrumpe la entrada de combustible a la caldera.
- Rociador de extinción de emergencia, con capacidad para inundar el tubo de transporte de combustible en el caso de que se produzca el retroceso de la llama.

6. INSTALACIÓN GEOTÉRMICA

6.1. Introducción

La energía geotérmica es una energía limpia y renovable que aprovecha el calor del subsuelo para climatizar y obtener agua caliente sanitaria de forma ecológica. La climatización geotérmica cede o extrae calor de la tierra, según queramos obtener refrigeración o calefacción, a través de un conjunto de colectores enterrados en el subsuelo por las que circula una solución de agua con glicol. La climatización geotérmica funciona de la siguiente manera. Para refrigerar un edificio en verano, el sistema geotérmico transmite el calor excedente del interior de la edificación al subsuelo. Por otra parte, en invierno el equipo geotérmico permite calentar un edificio con el proceso inverso: extrayendo calor del suelo para transmitirlo a la edificación por medio de los colectores.

Un equipo de climatización geotérmica cuenta con:

1. • Bomba geotérmica que gracias a su avanzada tecnología realiza el aprovechamiento energético de la tierra.
2. • Un intercambiador introducido en el subsuelo. Este dispositivo está formado por un conjunto de colectores de polietileno de alta resistencia y gran duración enterradas en el suelo por las que circula una solución de agua con glicol.
3. • Una bomba hidráulica, que bombea la solución de agua con glicol que fluye por los colectores.

La energía geotérmica se puede usar tanto en edificaciones con grandes requerimientos energéticos, como hospitales, edificios de oficinas, bloques de viviendas, hoteles, etc..., así como para construcciones con menos consumo de energía, como pueden ser las viviendas unifamiliares, casas de campo y chalets. Asimismo, la geotermia se puede implantar incluso en edificios ya construidos.

Por otra parte, el Código Técnico de la Edificación en su sección DB HE-4 indica que todos los edificios de nueva construcción y rehabilitación están obligados a cubrir parte de sus demandas de agua caliente sanitaria a partir de energías renovables, como es la energía geotérmica.

6.2. Ventajas e inconvenientes de las instalaciones geotérmicas

Ventajas:

- Bajo consumo

Aunque el dato sea probablemente exagerado, se anuncia un ahorro energético frente a la calefacción eléctrica del 75%, o lo que es lo mismo, que por 1kW·h eléctrico consumido, se consigue el equivalente a 4kW·h. Frente a la calefacción por gas natural, se anuncian ahorros que fluctúan entre el 32% y el 60%

Además, este sistema de calefacción ha sido catalogado como energía renovable en el *libro blanco de las energías renovables de la unión europea*, y por tanto se puede beneficiar de

los distintos programas de subvenciones existentes.

- Menos contaminante

Como consecuencia del menor gasto energético, también se reduce la emisión de CO₂. Un estudio afirma que la utilización masiva de este sistema de calefacción en el sector residencial y servicios reduciría en un 6% la emisión global de CO₂ a la atmósfera

- Durabilidad

La bomba de calor ya no está en contacto con el exterior, por lo que se alarga su vida útil. Se anuncian duraciones de entre 25 y 50 años.

- Acústicas

Ya no hay necesidad de colocar un compresor y ventiladores en el exterior, por lo que el sistema es mucho más silencioso.

- Estéticas

Por los mismos motivos. No se necesita un intercambiador exterior.

- Sanitarias

Se elimina el riesgo de legionelosis al no existir torres de condensación.

Inconvenientes:

- Coste de instalación

El principal inconveniente de este sistema es su todavía elevado coste de instalación. Los fabricantes anuncian amortizaciones de entre 4 y 8 años, pero si se contrastan los datos disponibles, la inversión en una instalación geotérmica frente a una típica de gasóleo parece tardar en amortizarse en torno a los 15 años. No obstante, hay que tener en cuenta que la geotérmica elimina la necesidad de una segunda instalación de aire acondicionado, así como las ayudas y subvenciones a las que puede acogerse.

En general, se puede decir que este tipo de calefacción será tanto más idónea cuanto más grande sea el edificio y mayor su tiempo de uso estimado. Factores ambos que limitarán la repercusión económica de la instalación.

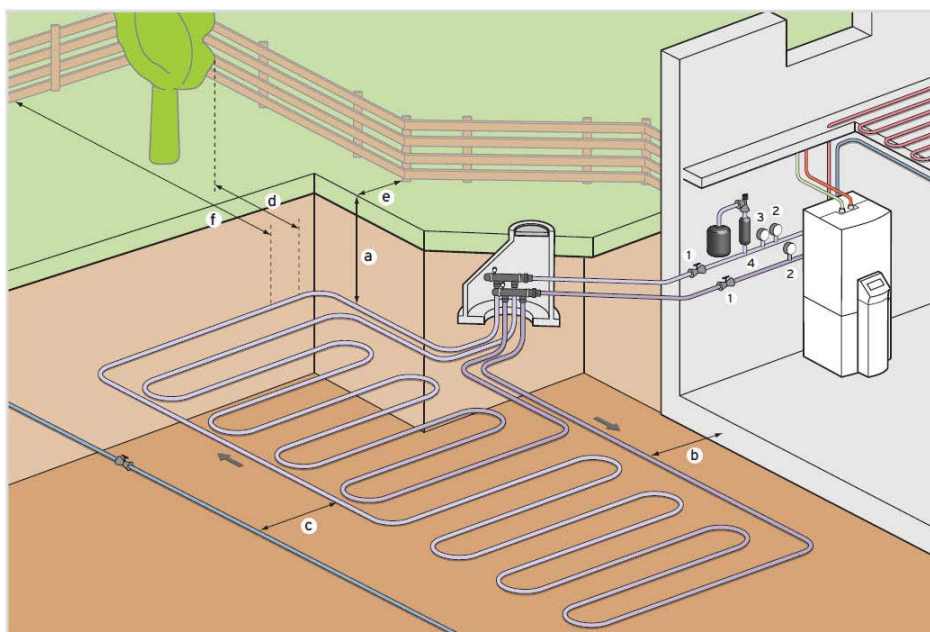
- Necesidad de espacio

Las instalaciones más económicas son las horizontales, pero exigen un espacio del que no siempre se dispone. Las instalaciones verticales, que soslayan el problema, tienen precios más elevados, y su justificación económica disminuye.

6.3. Tipos de instalaciones geotérmicas

6.3.1. Red horizontal

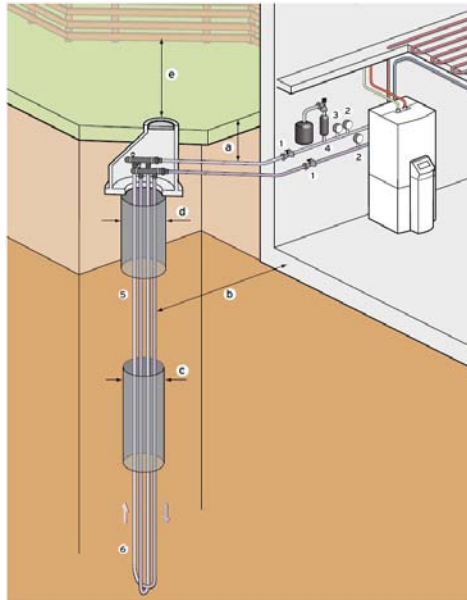
De extensión entre 1,5 y 2 veces la superficie a climatizar. Según los distintos instaladores, la profundidad del circuito oscila entre los 60cm y los 5m, aunque lo habitual es que se entierren en torno a 1m. Esta instalación es menos eficiente, ya que a esta profundidad el terreno se ve afectado por la climatología, pero a cambio el coste de instalación es menor, lo que la hace más interesante desde el punto de vista económico. Si no se dispone de demasiado terreno, se puede colocar el tubo en espiral, en una disposición llamada *slinky*. Los tubos pueden ser de polipropileno reticulado, polietileno rígido, o polietileno de baja densidad.



Dependiendo de la altitud topográfica del terreno, las capas de tubos que forman los serpentines o bucles geotérmicos permiten obtener de 20 a 30 W de energía térmica ocupada por m² ocupada por el bucle.

6.3.2. Red vertical

Si no se dispone de terreno para la red horizontal. Más caro, pero se beneficia de una temperatura constante a lo largo del año. Si se baja a suficiente profundidad, el rendimiento de calefacción aumenta, ya que el gradiente de temperatura de la tierra es de 3 °C cada 100m. Según los instaladores, se puede perforar desde 30m hasta 150m o incluso más. Los tubos empleados son de polietileno.



En el caso de instalaciones para potencias inferiores a 30 Kw. no se requieren estudios previos extensos, ya que suelen dimensionarse para terrenos estándar, a partir de valores tabulados proporcionados por los fabricantes de equipos, o a partir de guías técnicas y normas publicadas por asociaciones de ingenieros y arquitectos en países donde estos sistemas geotérmicos están muy implantados, como pueden ser Alemania, Austria, Suecia y Suiza.

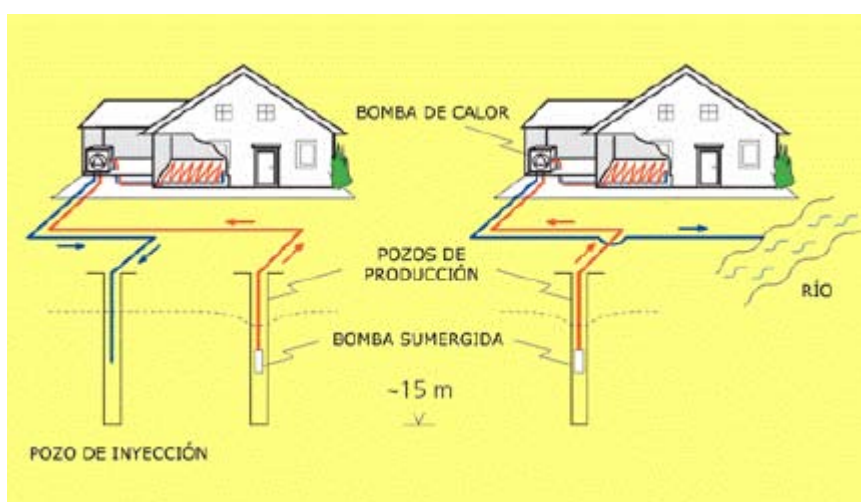
Para poder dimensionar una sonda geotérmica se necesario conocer previamente:

- Conductividad térmica del terreno. La potencia de extracción es proporcional a la conductividad térmica.
- Humedad natural del suelo. Mejora la conductividad térmica y garantiza un buen contacto entre sonda y suelo.
- Presencia o ausencia de aguas subterráneas. Cuando una sonda geotérmica penetra en una capa freática (primera capa con agua subterránea que se encuentra en el subsuelo), o en un acuífero somero, en los que el agua presente una velocidad de flujo superior a varios centímetros por día, la cantidad de calor útil aumenta sensiblemente.

- Tipo de prestaciones de la instalación. Puede determinarse a partir de las temperaturas del exterior y del interior del edificio, horas de funcionamiento, modalidad (calefacción-refrigeración-ACS), meses de funcionamiento, etc.

6.3.3. Circuito abierto (Sondeos de captación de agua someros)

En presencia de un acuífero o de corrientes subterráneas, en lugar de recircular el fluido, se puede devolver el agua sobrante a la tierra. Esta opción es la más interesante desde un punto de vista económico.



6.3.4. Tipo de instalación seleccionada

La decisión entre captadores horizontales y verticales viene determinada por las condiciones geológicas del emplazamiento, el espacio disponible y las características de la edificación. Se descarta la posibilidad de utilizar un sistema abierto debido a la inexistencia de corrientes subterráneas en la localización de la vivienda.

Como se observa en los cálculos realizados en el anexo correspondiente se tiene que descartar el sistema de captación horizontal, ya que la superficie de terreno disponible no es suficiente para una instalación de este tipo.

Por tanto la solución adoptada es la captación de red vertical, y para la que necesitaremos un total de 208 m de sonda. Se realizarán **tres sondas de 70 m** de longitud, ya que no es recomendable realizar perforaciones de más de 100m de profundidad. La **distancia entre sondas** debe ser de al menos **5 metros** de separación, y de 3 m con respecto a los lindes del terreno. El **diámetro** de perforación será de aproximadamente **115-220 mm**.

6.4 Bomba de calor geotérmica

Una bomba de calor es una máquina térmica que permite transferir energía en forma de calor de un ambiente a otro, según se requiera. Para lograr esta acción es necesario un aporte de trabajo acorde al principio cero de la termodinámica, según la cual el calor se dirige de manera espontánea de un foco caliente a otro frío, y no al revés, hasta que sus temperaturas se igualan.

Este fenómeno de transferencia de energía calorífica se realiza -principalmente- por medio de un sistema de refrigeración por compresión de gases refrigerantes, cuya particularidad radica en una Válvula inversora de ciclo que forma parte del sistema, la cual puede invertir el sentido del flujo de refrigeración, transformando el condensador en evaporador y viceversa.

Una bomba de calor geotérmica es una bomba de calor agua-agua. Mediante un fluido que circula por un lazo enterrado, extrae o cede calor a la grande masa formada por el subsuelo. Este tipo de bomba de calor tiene una eficiencia cuantitativamente superior a las demás, puesto que se beneficia de la característica que presenta el subsuelo de mantenerse a una temperatura prácticamente constante a lo largo de todo el año.

Para realizar el intercambio de calor con el subsuelo la bomba de calor geotérmica necesita un lazo enterrado que este en contacto directo con la tierra y por donde circule el fluido transferidor de calor. Este sistema se denomina lazo cerrado y como se ha explicado mas arriba puede ser de captación horizontal o de captación vertical. Si por el contrario utilizamos el intercambio de calor de aguas freáticas como fuente de calor a temperatura constante, el sistema se denominara de lazo abierto.

6.4.1 Bomba de calor seleccionada

La bomba seleccionada es de la marca VAILLANT modelo geoTHERM VWS 101/2. Esta tiene una potencia de 10,4 KW, con un COP de 4,2. Además incluye una resistencia eléctrica auxiliar que puede proporcionar 3 KW más en momentos puntuales, lo que nos da un total de 13,4 KW para momentos puntuales de máximo consumo.

7. PRESUPUESTO

El presupuesto de la instalación de agua caliente sanitaria (A.c.s.) y calefacción para la vivienda situada en Av. De la Constitución de la localidad de Artajona (Navarra) mediante la **instalación solar y caldera de apoyo de gasóleo** asciende a **veinte mil trescientos setenta y cuatro euros con sesenta y ocho céntimos**.

El presupuesto utilizando la **instalación con caldera de biomasa** asciende a la cantidad de **veintidós mil ochocientos ochenta y siete euros con veinticuatro céntimos**.

Para la **instalación geotérmica** el presupuesto asciende a **treinta y cuatro mil novecientos trece euros con treinta y cuatro céntimos**.

Los desgloses quedarán reflejados en el documento de presupuesto del presente proyecto.

8. ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA

Las necesidades energéticas de calefacción y ACS anuales serán la potencia necesaria por el tiempo de utilización:

$$12,619 \text{ KW} * 1500 \text{ h} = 18928,5 \text{ KWh}$$

Datos empleados:

Biomasa:

Rendimiento de la caldera de biomasa = 0,9

Consumo caldera biomasa = $18928,5 / 0,9 = 21031,7 \text{ KWh}$

PCI pellet = $4500 \text{ Kcal/Kg} * 0,001163 \text{ KW/h} / \text{Kcal} = 5,23 \text{ KWh} / \text{Kg}$

Consumo anual pellets = $21031,7 / 5,23 = 4021,35 \text{ Kg}$

Precio = 0,22 €/ Kg

Coste anual combustible = 884,7 €/ año

Coste anual eléctrico = 100 €/ año

Coste anual mantenimiento = 80 €/ año

Geotermia:

COP bomba de calor geotérmica = 4,2

Consumo bomba de calor geotérmica = $18928,5 / 4,2 = 4506,8 \text{ KWh}$

Coste tarifa eléctrica = 0,117759 €/ KWh

Consumo anual bomba de calor geotérmica = 530,71 €

Coste anual de mantenimiento = 0 €/ año

Solar + Gasóleo:

Porcentaje de sustitución solar = 0,5153

Rendimiento de la caldera gasóleo = 0,9

Consumo caldera gasóleo = $18928,5 * 0,4847 / 0,9 = 10194,05$ KWh

PCI Gasóleo C = $8550 \text{ Kcal/l} * 0,001163 \text{ KW/h} / \text{Kcal} = 9,944$ KWh/l

Consumo anual de gasóleo = $10194,05 / 9,944 = 1025,14$ l

Precio = 0,688 €/l

Coste anual combustible = 705,3 €

Coste anual eléctrico = 40 €/ año

Coste anual mantenimiento = 80 €/ año

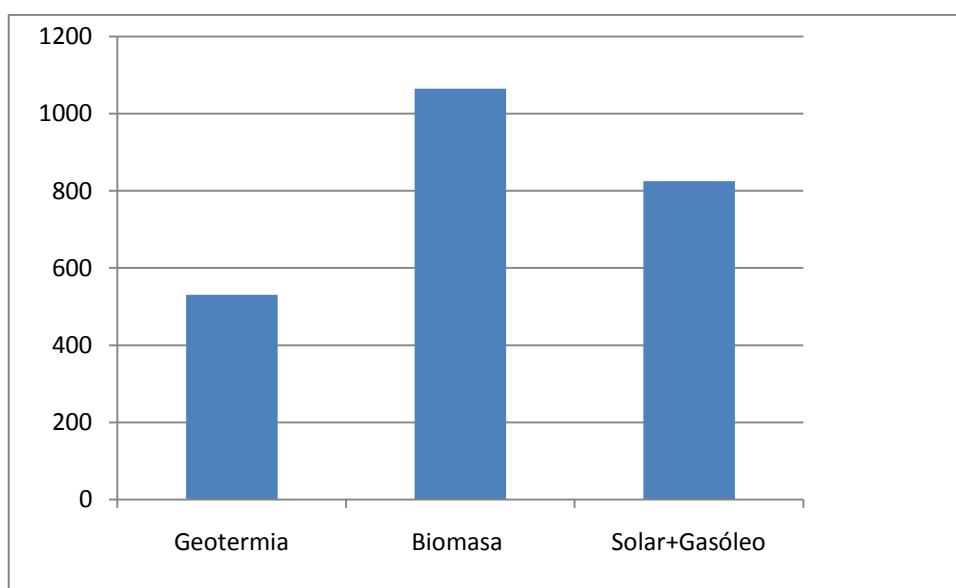
Incremento coste gasóleo c anual = 10%

Comparativa costes anuales:

Caldera de pellets biomasa = 1064,7 €

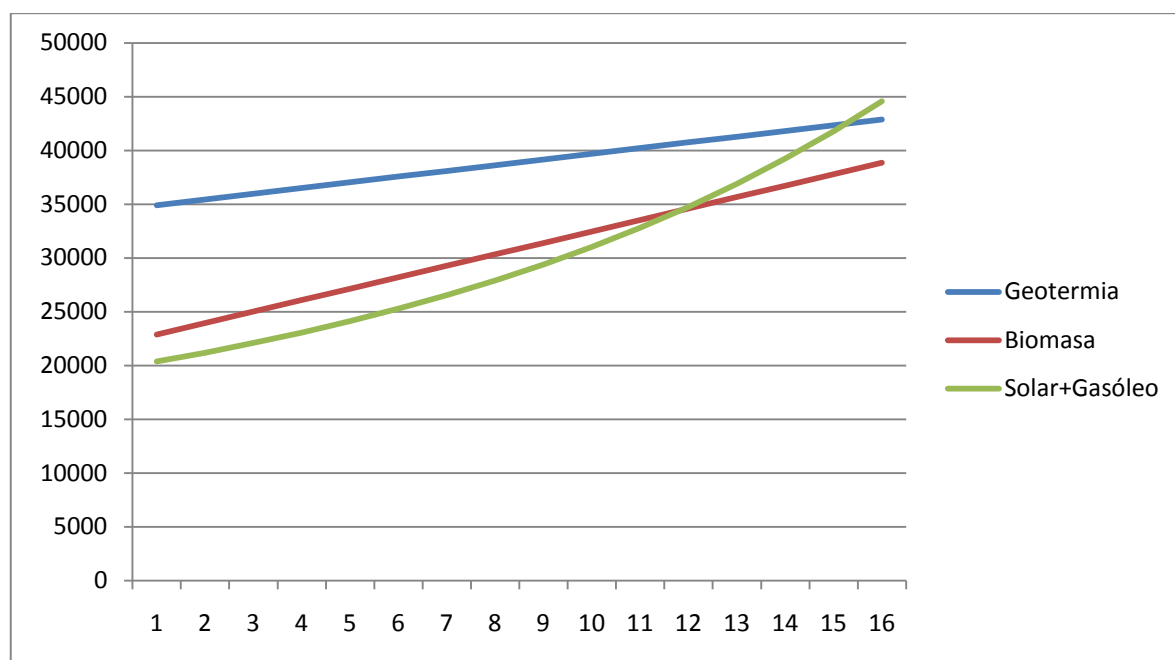
Bomba de calor geotérmica = 530,71 €

Placas solares y caldera de gasóleo de apoyo = 825,3 € (10% incremento de combustible cada año)



Comparativa de costes a los años

	Geotermia	Biomasa	Solar+Gasóleo
Gasto inicial	34913,34	22887,24	20374,68
año 1	35444,05	23951,94	21199,98
año 2	35974,76	25016,64	22095,81
año 3	36505,47	26081,34	23069,223
año 4	37036,18	27146,04	24127,9773
año 5	37566,89	28210,74	25280,60703
año 6	38097,6	29275,44	26536,49973
año 7	38628,31	30340,14	27905,98171
año 8	39159,02	31404,84	29400,41188
año 9	39689,73	32469,54	31032,28506
año 10	40220,44	33534,24	32815,34557
año 11	40751,15	34598,94	34764,71213
año 12	41281,86	35663,64	36897,01534
año 13	41812,57	36728,34	39230,54888
año 14	42343,28	37793,04	41785,43576
año 15	42873,99	38857,74	44583,81134



Se observa que la diferencia entre las inversiones iniciales es bastante notable. Por un lado tenemos la instalación solar y apoyo con caldera de gasóleo, con un precio cercano a los veinte mil euros, seguida de la instalación con caldera de biomasa la cual ronda los veinte dos mil euros. La instalación con la inversión inicial más elevada es la geotérmica, cuyo precio supera ampliamente las anteriores (el precio es más del 150% que las anteriores) con un valor superior a los treinta y cuatro mil euros.

Por otro lado tenemos los costes anuales, en los cuales la instalación geotérmica es la que más ventajas económicas presenta, ya que además de no tener gastos de mantenimiento es la instalación que menos energía consume. Su gasto anual calculado ha sido de quinientos treinta euros. La instalación de biomasa es la que supone un gasto anual mayor en u principio, ya que sus gastos de mantenimiento son algo elevados debido al volumen de cenizas generadas y tener un consumo eléctrico mayor a los demás y la que más gasta en combustible. Esto no es del todo cierto ya que el precio de los pellets está estabilizado y no se prevé un incremento del precio de estos en los próximos años. Lo contrario sucede con el gasóleo, para cuyo cálculo se ha supuesto un incremento del precio de este en un 10% anual. Así pues, en un principio el sistema solar sería más barato en costes anuales que el de biomasa, pero teniendo en cuenta el incremento del petróleo esta situación cambia al cabo de algunos años.

Tras el estudio realizado se puede llegar a la conclusión de que la mejor instalación hablando en términos económicos es la de biomasa, seguida de la geotérmica y acabando por la solar mas gasóleo. Para esta conclusión se ha estimado una vida de funcionamiento de las instalaciones de 15 años.

La instalación solar se ve muy penalizada por el incremento anual del gasóleo, mientras que la geotérmica tiene un elevado coste inicial, el cual es incapaz de llegar a amortizar en 15 años con respecto a la de biomasa.

Pamplona, Julio de 2010, el Ingeniero Industrial

Fdo.: Aitor Uriz Larrea



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO INDUSTRIAL

Título del proyecto:

“SISTEMA DE CALEFACCIÓN PARA UNIFAMILIAR
MEDIANTE ENERGÍAS RENOVABLES (SOLAR, BIOMASA
Y GEOTÉRMICA)”

Documento 2: CÁLCULOS

Aitor Úriz Larrea

Tutor: José Vicente Valdenebro

Pamplona, Julio de 2010

ÍNDICE

1.	INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN	1
1.1.	Determinación de la zona climática.....	1
1.2.	Calculo de los parámetros característicos de la demanda.....	1
1.2.1.	Transmitancia térmica	1
1.2.1.1.	Cerramientos en contacto con el ambiente exterior.....	1
1.2.1.2.	Particiones interiores en contacto con espacios no habitables.....	3
1.2.2.	Factor solar modificado de huecos.....	8
1.3.	Superficies utilizadas.....	8
1.4.	Calculo de las condensaciones superficiales e intersticiales.....	9
1.5.	Fichas justificativas de la opción simplificada.....	15
1.6.	Demanda calorífica de la vivienda.....	15
1.7.	Cálculos del suelo radiante.....	24
1.7.1.	Instalación de calefacción.....	24
1.7.2.	Cálculo de las longitudes de los circuitos.....	24
1.7.3.	Cálculo de la temperatura media superficial.....	25
1.7.4.	Cálculo de la temperatura del agua.....	25
1.7.5.	Cálculo del caudal del agua.....	26
1.7.6.	Cálculo de montantes y tuberías de distribución.....	27
1.7.7.	Cálculo de las pérdidas de carga y selección del grupo de impulsión.....	28
1.7.8.	Cálculo del vaso de expansión.....	29
1.7.9.	Compensación de los distribuidores.....	30
1.7.10.	Cálculo de la potencia necesaria para suelo radiante.....	31
1.7.11.	Cálculo para el grupo de impulsión	32
2.	CÁLCULOS DE AGUA FRÍA Y AGUA CALIENTE SANITARIA (A.C.S.).....	33
2.1.	Diseño de la red de agua fría.....	33
2.2.	Diseño de la red de agua caliente sanitaria.....	34
2.3.	Bomba de circulación de ACS (B2).....	35
2.4.	Determinación del consumo de ACS.....	38
2.5.	Potencia necesaria para ACS.....	39
2.6.	Dimensionado de la caldera.....	39
3.	CÁLCULOS DE LA INSTALACIÓN DE ACS SOLAR.....	40
3.1.	Demanda energética.....	40

3.2. Orientación e inclinación del campo de colectores.....	41
3.3. Carga de consumo y dimensionado de la superficie de los captadores.....	44
3.4. Estructura soporte.....	48
3.5. Dimensionado del volumen de captación	49
3.6. Propiedades del fluido caloportador.....	49
3.7. Diseño del circuito hidráulico.....	50
3.8. Bombas de circulación	52
3.8.1. Bomba de circulación del circuito primario (B1).....	52
3.8.2. Bomba de circulación para depósitos de acumulación (B4).....	52
3.8.3. Bomba para llenado del circuito solar (B5).....	53
3.9. Cálculo del vaso de expansión del circuito primario.....	53
3.10. Selección de la caldera de apoyo.....	54
3.11. Cálculos de la chimenea.....	54
4. CÁLCULOS DE LA INSTALACIÓN DE BIOMASA.....	56
4.1. Selección de la caldera de biomasa.....	56
4.2. Cálculo del silo de pelets.....	56
4.3. Cálculo de la chimenea de la caldera de biomasa.....	58
5. CÁLCULOS DE LA INSTALACIÓN GEOTÉRMICA.....	60
5.1. Selección de la bomba de calor geotérmica.....	60
5.2. Diseño del sistema de captación	61

1. INSTALACION DE CALEFACCIÓN

1.1 Determinación de la zona climática

La zona climática de cualquier localidad se obtiene de la tabla d.1 del Documento Básico HE Ahorro de Energía, en función de la diferencia de altura que exista entre dicha localidad y la altura de referencia con su capital de provincia. Para nuestro caso la localidad es Artajona, que se encuentra a una altura similar a la de su capital de provincia, Pamplona. Por lo cual y según la tabla nuestra zona climática será la D.1. Esto supondrá el cumplimiento de las exigencias expuestas en las tablas 2.1, y 2.2 del nombrado documento.

Según la Norma UNE 100-001-85 destinada al bienestar de las personas en la edificación, y la tabla G.2 del Documento, las condiciones exteriores de diseño para la localidad de Artajona son :

Temperatura exterior (para cálculo de pérdidas de calor):.....	-4°C
Temperatura media Enero.....	4.5°C
Humedad relativa exterior.....	80%
Temperatura ambiente interior.....	20°C

1.2 Cálculo de los parámetros característicos de la demanda

1.2.1 Transmitancia térmica

1.2.1.1 Cerramientos en contacto con el ambiente exterior

- VENTANAS:

Las ventanas son de doble acristalamiento separado por cámaras de aire deshidratado, de espesor 4*12*4.

Vidrio interior SGG PLANILUX.

Vidrio exterior SGG PLANITHERM`S.

Cámara de aire de 12 mm.

Tipo de carpintería: Aluminio lacado blanco.

$$U = 1.8 \text{ W/m}^2\text{K}$$

- FACHADA:

	ESPESOR E (m)	CONDUCTIVIDAD TERMICA λ (W/mK)	RESISTENCIA TERMICA $R = E / \lambda$ (m ² K/W)
Transmisión superficial Rsi			0.13
Transmisión superficial Rse			0.04
Fabrica de ladrillo hueco doble	0.12	0.49	0.24
Aislamiento Poliuretano in situ Tipo I	0.03	0.023	1.30
Cámara de aire			0.17
Fabrica de ladrillo hueco doble	0.09	0.49	0.18
Raseado y lucido con yeso	0.015	0.30	0.05
RESISTENCIA TOTAL R			2.11

El coeficiente de transmisión $U = 1 / R$:

$$U = 0.47 \text{ W/m}^2\text{K}$$

- TECHO SOBRE PORCHE:

	ESPESOR E (m)	CONDUCTIVIDAD TERMICA λ (W/mK)	RESISTENCIA TERMICA $R = E / \lambda$ (m ² K/W)
Transmisión superficial Rsi			0.04
Transmisión superficial Rse			0.17
Bovedilla de hormigón doble			0.25
Solera arena siliciea	0.1	0.34	0.29
Poliestireno extrusionado	0.03	0.033	0.91
Mortero de cemento	0.06	1.2	0.05
RESISTENCIA TOTAL R			1.71

El coeficiente de transmisión $U = 1 / R$:

$$U = 0.58 \text{ W/m}^2\text{K}$$

- CAJA PERSIANAS:

	ESPESOR E (m)	CONDUCTIVIDAD TERMICA λ (W/mK)	RESISTENCIA TERMICA $R = E / \lambda$ (m ² K/W)
Transmisión superficial R _{si}			0.13
Transmisión superficial R _{se}			0.04
Revestimiento mortero cemento continuo hidrófugo	0.015	1.4	0.011
Arliblock macizo	0.15	0.87	0.17
Cámara de aire	0.25		0.16
Poliestireno expandido Tipo III	0.02	0.037	0.54
Aglomerado de madera	0.01	0.08	0.125
RESISTENCIA TOTAL R			1.176

El coeficiente de transmisión $U = 1 / R$:

$$U = 0.85 \text{ W/m}^2\text{K}$$

1.2.1.2 Particiones interiores en contacto con espacios no habitables:

La transmitancia térmica U (W/m²K) viene dada por la siguiente expresión:

$$U = U_p b$$

siendo

U_p la transmitancia térmica de la partición interior en contacto con el espacio no habitable, calculada de la misma forma que si se tratase de un cerramiento con el exterior.

b el coeficiente de reducción de temperatura (relacionado al espacio no habitable) obtenido por tablas para los casos concretos que se citan o mediante otro procedimiento que se explicara posteriormente.

- CERRAMIENTO ESCALERAS:

	ESPESOR E (m)	CONDUCTIVIDAD TERMICA λ (W/mK)	RESISTENCIA TERMICA $R = E / \lambda$ (m ² K/W)
Transmisión superficial Rsi			0.13
Transmisión superficial Rse			0.13
Raseado y lucido con yeso	0.015	0.26	0.057
Arliblock macizo	0.15	0.87	0.172
Poliestireno expandido Tipo V	0.01	0.033	0.30
Raseado y lucido con yeso	0.015	0.30	0.05
RESISTENCIA TOTAL R			1.45

El coeficiente de transmisión $U = 1 / R$:

$$U_p = 1.20 \text{ W/ m}^2\text{K}$$

Factor b:

Según los datos de la norma, se trata de la situación “aislado_{ue} - no aislado_{iu}” y caso 2. El área del cerramiento del espacio habitable en contacto con el no habitable, está formado por la suma de pared de las cuatro viviendas que da a las escaleras. Para las viviendas 2,3 y 4 la superficie es similar, y se obtiene multiplicando la longitud de pared por la altura. Multiplicamos por 2 ya que son dos las paredes de cada vivienda que dan a las escaleras. Para la vivienda 1, el procedimiento es igual pero cambian los datos:

$$A_{iu} = 3 \cdot (2 \cdot 2.7 \cdot 4.25) + (2.7 \cdot (3 + 3.25)) = 85.725$$

El área del cerramiento del espacio no habitable en contacto con el ambiente exterior, se obtiene sumando las superficies de pared (longitud por altura) de las escaleras que dan al exterior. Dicha área se ha calculado como si las 4 paredes diesen al exterior:
 $A_{ue} = 4(2.2 \cdot 2.7) = 23.76$

$$A_{iu}/A_{ue} = 85.725/23.76 = 3.6$$

De la tabla de la norma obtenemos el factor b para nuestra situación, “aislado_{ue} - no aislado_{iu}” y caso 2, con $A_{iu}/A_{ue} = 3.6$, el cual:

$$b = 0.5$$

De esta forma, la transmitancia térmica final nos quedará:

$$U = U_p b \quad U = 1.20 \cdot 0.50$$

$$U = 0.60 \text{ W/ m}^2\text{K}$$

- SUELO:

	ESPESOR E (m)	CONDUCTIVIDAD TERMICA λ (W/mK)	RESISTENCIA TERMICA $R = E / \lambda$ (m ² K/W)
Transmisión superficial R _{si}			0.17
Transmisión superficial R _{se}			0.17
Bovedilla de hormigón doble			0.25
Solera arena siliciea	0.10	0.34	0.29
Poliestireno extrusionado	0.03	0.033	0.91
Raseado y lucido de yeso	0.015	0.3	0.05
RESISTENCIA TOTAL R			1.84

El coeficiente de transmisión $U = 1 / R$:

$$U_p = 0.54 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Factor b:

El coeficiente de reducción de temperatura b, para el caso del suelo, se define mediante la siguiente expresión:

$$b = H_{ue} / H_{iu} + H_{ue}$$

siendo

H_{ue} es el coeficiente de pérdida del espacio no habitable hacia el exterior [W/m];

H_{iu} es el coeficiente de pérdida del espacio habitable hacia el espacio no habitable [W/m].

Los coeficientes H_{ue} y H_{iu} incluyen las pérdidas por transmisión y por renovación de aire. Se calculan mediante las fórmulas siguientes:

$$H_{ue} = \sum U_{ue}A_{ue} + 0,34Q_{ue}$$

$$H_{iu} = \sum U_{iu}A_{iu} + 0,34Q_{iu}$$

siendo

U_{ue} la transmitancia térmica del cerramiento del espacio no habitable en contacto con el ambiente exterior;

U_{iu} la transmitancia térmica del cerramiento del espacio habitable en contacto con el no habitable;

A_{ue} el área del cerramiento del espacio no habitable en contacto con el ambiente exterior;

A_{iu} el área del cerramiento del espacio habitable en contacto con el no habitable;

Q_{ue} el caudal de aire entre el exterior y el espacio no habitable [m³/h];

Q_{iu} el caudal de aire entre el espacio no habitable y el espacio habitable [m³/h].

Para el cálculo del caudal de aire Q_{ue} se utilizarán los valores de renovaciones hora contenidos en tablas.

$$H_{ue} = \sum U_{ue}A_{ue} + 0,34Q_{ue}$$

$$\Sigma U_{ue}A_{ue} = U_{suelo} * A_{suelo} + U_{fachada} * A_{fachada} + U_{ventanas} * A_{ventanas} + U_{cajapersianas} * A_{cajapersianas} + U_{pentrada} * A_{pentrada} + U_{pbajera} * A_{pbajera} + U_{ptrasera} * A_{ptrasera}$$

U_{suelo} :

La transmitancia térmica del suelo en contacto con el terreno se obtiene de una tabla , en función del ancho D de la banda de aislamiento perimétrico, de la resistencia térmica del aislante y la longitud característica B` de la solera o losa.

En mi caso

$D \geq 1.5m$;

$B' = A/0.5 * P$ $A=473.67$ $P=42.05+12+38.5+12.5=105.05$

$B' = 473.67/0.5 * 105.05 = 9.02$

$R = 0$ (sin aislamiento)

Con los estos datos:

$U_{suelo} = 0.55 \text{ W/m}^2\text{k}$

$A_{suelo} = 473.67 \text{ m}^2$

$U_{fachada} : 0.47 \text{ W/m}^2\text{k}$

$A_{fachada} : 249.21 \text{ m}^2$

$U_{ventanas} : 1.8 \text{ W/m}^2\text{k}$

$A_{ventanas} : 10.93 \text{ m}^2$

$U_{cajapersianas} : 0.85 \text{ W/m}^2\text{k}$

$A_{cajapersianas} : 0.45 \text{ m}^2$

$U_{pentrada} : 3.5 \text{ W/m}^2\text{k}$

$A_{pentrada} : 11 \text{ m}^2$

$U_{pbajera} : 5.8 \text{ W/m}^2\text{k}$

$A_{pbajera} : 24 \text{ m}^2$

$U_{ptrasera} : 3.5 \text{ W/m}^2\text{k}$

$A_{ptrasera} : 7.04 \text{ m}^2$

Que ,en mi caso y según las tablas es igual a 1.

Por lo tanto:

$$H_{ue} = 0.55 * 473.67 + 0.47 * 249.21 + 1.8 * 10.93 + 0.85 * 0.45 + 3.5 * 11 + 5.8 * 24 + 3.5 * 7 + 0.34 = 600.239$$

$$H_{iu} = \Sigma U_{iu}A_{iu} + 0.34Q_{iu}$$

$$H_{iu} = 0.54 * 420.34 + 0.34 * 1 = 229.32$$

$$b = H_{ue} / H_{iu} + H_{ue}$$

$$b = 600.239 / 829.559 = 0.72$$

$$U = U_p * b = 0.54 * 0.72 = 0.40$$

$$U = 0.40 \text{ W/ m}^2\text{K}$$

- **PUERTA DE ENTRADA:**

Según la tabla 2.13 de la NBE-CT-79 el coeficiente de transmisión de la puerta de entrada al ser de madera opaca es:

$$U = 2.0 \text{ W/m}^2\text{K}$$

- **TECHO:**

	ESPESOR E (m)	CONDUCTIVIDAD TERMICA λ (W/mK)	RESISTENCIA TERMICA $R = E / \lambda$ (m ² K/W)
Transmisión superficial Rsi			0.10
Transmisión superficial Rse			0.10
Bovedilla hormigón doble			0.25
Camara de aire			0.19
Solera arena silicea	0.10	0.34	0.29
Poliestireno extrusionado	0.03	0.033	0.91
Escayola	0.015	0.30	0.05
RESISTENCIA TOTAL R			1.89

El coeficiente de transmisión $U = 1 / R$:

$$U_p = 0.53 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Factor b:

Según los datos de la norma, se trata de la situación “aislado_{ue} - no aislado_{iu}” y caso 1. El área del cerramiento del espacio habitable en contacto con el no habitable, esta formado por la superficie del techo:

$$A_{iu} = 425.15$$

El área del cerramiento del espacio no habitable en contacto con el ambiente exterior, que es la superficie de la cubierta, tomando de planos:

$$A_{ue} = 608.87$$

$$A_{iu}/A_{ue} = 425.15/608.87 = 0.7$$

De la tabla de la norma obtenemos el factor b para nuestra situación, “aislado_{ue} - no aislado_{iu}” y caso 2, con $A_{iu}/A_{ue} = 0.7$, el cual:

$$b = 0.6$$

De esta forma, la transmitancia térmica final nos quedara:

$$U = U_p b \quad U = 0.53 * 0.67$$

$$\boxed{U = 0.35 \text{ W/m}^2\text{K}}$$

1.2.2 Factor solar modificado de huecos

Para el cálculo del factor solar modificado utilizaremos la formula:

$$F = F_s [(1 - FM) * g_{\perp} + FM * 0.04 * U_m * \alpha]$$

$$F_s = 1$$

$$\begin{aligned}
 FM \Rightarrow \quad & A_{\text{total}} = 1.8125 \text{ m}^2 \\
 & A_{\text{vidrio}} = 1.3125 \text{ m}^2 \\
 & FM = 1 - (A_{\text{vidrio}} / A_{\text{total}}) = 0.2759 \%
 \end{aligned}$$

$$g_{\perp} = 0.61$$

$$U_m = 4 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$\alpha = 0.20$$

$$F = 1[(1 - 0.2759) * 0.61 + 0.2759 * 0.04 * 4 * 0.20] = 0.45$$

$$\boxed{F = 45}$$

1.3 Superficies utilizadas

HUECOS TOTALES:

3 ventanas de 1.81 m ²	5.43 m ²
2 ventanas de 0.9375 m ²	1.875 m ²
3 puertas de 3.18 m ²	9.54 m ²
SUPERFICIE TOTAL		16.845 m ²

FACHADA:

La superficie de la fachada se halla al multiplicar la altura del edificio por el perímetro de éste. A esta superficie hay que restarle el área de las ventanas y el área de fachada que da a las escaleras.

$$\text{SUPERFICIE} = 2.70 * (2*10.25 + 12) = 87.75 \text{ m}^2$$

$$87.75 - 16.845 - (2.70*2.20) = 64.965 \text{ m}^2.$$

SUELO:

El área del suelo es la superficie de la vivienda.

$$\text{SUPERFICIE} = 107.7 \text{ m}^2.$$

PUERTA DE ENTRADA:

Este área es igual a la suma de las superficies de las puertas de acceso a la planta más la superficie de la puerta de acceso a la entrecubierta.

$$2 \text{ puertas de } 1.68 \text{ m}^2 = 3.36 \text{ m}^2.$$

CERRAMIENTO ESCALERAS:

Se obtiene sumando la superficie de las paredes que dan a las escaleras.

$$\text{SUPERFICIE} = 2*2.7*4.25 = 22.95 \text{ m}^2.$$

CERRAMIENTO A OTRO LOCAL:

Es el área de la pared que da a la vivienda colindante

$$\text{SUPERFICIE} = 12*2.7 = 32.4 \text{ m}^2$$

TECHO:

Se calcula al sumar la superficie habitable de la planta entrecubierta más el hueco que queda a cada lado separado por pared.

$$\text{SUPERFICIE} = (60.87 + 2*10) = 80.87 \text{ m}^2$$

1.4 Cálculo de las condensaciones superficiales e intersticiales**CONDENSACIONES SUPERFICIALES:**

Factor de la temperatura de la superficie interior $f_{Rsi} = 1 - U \cdot 0.25$

Factor de la temperatura de la superficie interior mínimo, obtenido de la tabla 3.2, para la zona D y espacio de clase de higrométrica 3 o inferior, $f_{Rsi,min} = 0.61$

Transmitancia térmica del cerramiento (U) y factor de la temperatura de la superficie interior (f_{Rsi}) de las superficies al exterior:

Fachada: $0.47 \text{ W/m}^2 \text{ k}$	$f_{Rsi} = 0.8825 > 0.61$
Techo porche: $0.58 \text{ W/m}^2 \text{ k}$	$f_{Rsi} = 0.8855 > 0.61$
Ventana: $1.8 \text{ W/m}^2 \text{ k}$	$f_{Rsi} = 0.5500 < 0.61$

Al interior:

Cerramiento a escaleras: $0.60 \text{ W/m}^2 \text{ k}$	$f_{Rsi} = 0.8500 > 0.61$
Suelo: $0.40 \text{ W/m}^2 \text{ k}$	$f_{Rsi} = 0.9000 > 0.61$
Puerta escaleras: $2.00 \text{ W/m}^2 \text{ k}$	$f_{Rsi} = 0.5000 < 0.61$

Techo: 0.35 W/m² k

$$f_{Rsi} = 0.9125 > 0.61$$

Caja Persianas: 0.85 W/m² k

$$f_{Rsi} = 0.7875 > 0.61$$

Todos los valores son superiores al $f_{Rsi.min}$, excepto el de la ventana y el de la puerta de la escalera.

Los casos de la puerta y la ventana están exentos de comprobación, según la norma (apartado 3 del punto 3.2.3.1).

CONDENSACIONES INTERSTICIALES

Para cada cerramiento se calculará, la distribución de temperaturas; la distribución de presiones de vapor de saturación para las temperaturas antes calculadas; y la distribución de las presiones de vapor.

-Distribución de temperaturas

$$\theta_{se} = \theta_e + R_{se}(\theta_i - \theta_e)/R_t$$

siendo

θ_e la temperatura exterior de la localidad en la que se ubica el edificio siendo en nuestro caso de 4.5 °C;

θ_i la temperatura interior [°C], para nosotros 20 °C;

R_T la resistencia térmica total del componente constructivo obtenido mediante la expresión (E.2) en [m² K/ W];

R_{se} la resistencia térmica superficial correspondiente al aire exterior, tomada de la tabla E.1 de acuerdo a la posición del elemento constructivo, dirección del flujo de calor y su situación en el edificio [m² K/ W];

$$\theta_n = \theta_{n-1} + R_n(\theta_i - \theta_e)/R_t$$

siendo

θ_{se} la temperatura superficial exterior [°C];

θ_e la temperatura exterior de la localidad en la que se ubica el edificio obtenida del apartado G.1.1 correspondiente a la temperatura media del mes de enero [°C], siendo en nuestro caso de 4.5 °C;

θ_i la temperatura interior para nosotros 20 °C;

θ_n la temperatura en cada capa [°C].

R_n las resistencias térmicas de cada capa [m² K/ W];

R_T la resistencia térmica total del componente constructivo,

$$\theta_{si} = \theta_n + R_{se}(\theta_i - \theta_e)/R_t$$

siendo

θ_e la temperatura exterior de la localidad en la que se ubica el edificio siendo en nuestro caso de 4.5 °C;

θ_i la temperatura interior para nosotros 20 °C;

θ_n la temperatura en la capa n [°C];

R_{si} la resistencia térmica superficial correspondiente al aire interior, tomada de la tabla E.1 de acuerdo a la posición del elemento constructivo, dirección del flujo de calor y su situación en el edificio [$m^2 K/ W$];

R_T la resistencia térmica total del componente constructivo

Se considera que la distribución de temperaturas en cada capa es lineal.

-Distribución de la presión de vapor de saturación de cada capa:

Al ser la temperatura mayor que 0°C se utilizara la siguiente formula, para cada capa

$$P_{sat} = 610.5 e^{17.269 \cdot \theta / 237.3 + \theta}$$

-Distribución de la presión de vapor:

$$P_1 = P_e + S_{d1} \cdot (P_i - P_e) / \sum S_{dn}$$

$$P_2 = P_1 + S_{d2} \cdot (P_i - P_e) / \sum S_{dn}$$

$$P_n = P_{n-1} + S_{d(n-1)} \cdot (P_i - P_e) / \sum S_{dn}$$

siendo

P_i la presión de vapor del aire interior [Pa];

P_e la presión de vapor del aire exterior [Pa];

$P_1 \dots P_{n-1}$ la presión de vapor en cada capa n [Pa];

$S_{d1} \dots S_{d(n-1)}$ el espesor de aire equivalente de cada capa frente a la difusión del vapor de agua, calculado mediante la siguiente expresión [m]:

$$S_{dn} = e_n \cdot \mu_n$$

donde

μ_n es el factor de resistencia a la difusión del vapor de agua de cada capa, calculado a partir de valores térmicos declarados según la norma UNE EN ISO 10 456: 2001 o tomado de Documentos Reconocidos;

e_n es el espesor de la capa n [m].

Para el cálculo analítico de P_i y de P_e , en función de la temperatura y de la humedad relativa, se utilizará la siguiente expresión:

$$P_i = \varphi_i \cdot P_{sat}(\theta_i)$$

$$P_e = \varphi_e \cdot P_{sat}(\theta_e)$$

Siendo

φ_i la humedad relativa del ambiente interior

φ_e la humedad relativa del ambiente exterior

Fachada:

Las temperaturas de cada capa son,

$$\theta_{se} = 4.79^{\circ}\text{C}$$

$$\theta_1 = 6.55^{\circ}\text{C}$$

$$\theta_2 = 16.05^{\circ}\text{C}$$

$$\theta_3 = 17.29^{\circ}\text{C}$$

$$\theta_4 = 18.61^{\circ}\text{C}$$

$$\theta_5 = 19.05^{\circ}\text{C}$$

$$\theta_{si} = 20^{\circ}\text{C}$$

La distribución de presiones de vapor de saturación,

$$P_{sat\ 1} = 970.63\text{Pa}$$

$$P_{sat\ 2} = 1823.31\text{Pa}$$

$$P_{sat\ 3} = 1973.12\text{Pa}$$

$$P_{sat\ 4} = 2143.40\text{Pa}$$

$$P_{sat\ 5} = 2202.95\text{Pa}$$

La distribución de presiones de vapor,

$$P_1 = 893.02\text{Pa}$$

$$P_2 = 1072.90\text{Pa}$$

$$P_3 = 1079.75\text{Pa}$$

$$P_4 = 1233.93\text{Pa}$$

$$P_5 = 1285.32\text{Pa}$$

Las presiones de cada capa son inferiores a sus correspondientes de saturación, por lo que no hay condensación.

Techo porche

Las temperaturas de cada capa son

$$\theta_{se} = 4.86^{\circ}\text{C}$$

$$\theta_1 = 7.13^{\circ}\text{C}$$

$$\theta_2 = 15.38^{\circ}\text{C}$$

$$\theta_3 = 18.01^{\circ}\text{C}$$

$$\theta_4 = 18.46^{\circ}\text{C}$$

$$\theta_{si} = 20^{\circ}\text{C}$$

La distribución de presiones de vapor de saturación,

$$P_{sat\ 1} = 1010.22\text{Pa}$$

$$P_{sat\ 2} = 1746.24\text{Pa}$$

$$P_{sat\ 3} = 2063.59\text{Pa}$$

$$P_{sat\ 4} = 2123.13\text{Pa}$$

La distribución de presiones de vapor,

$$P_1 = 996.66\text{Pa}$$

$$P_2 = 1089.51 \text{ Pa}$$

$$P_3 = 1211.84 \text{ Pa}$$

$$P_4 = 1285.32 \text{ Pa}$$

Las presiones de cada capa son inferiores a sus correspondientes de saturación, por lo que no hay condensación.

Cerramiento escaleras

Las temperaturas de cada capa son

$$\theta_{se} = 6.92^\circ\text{C}$$

$$\theta_1 = 7.86^\circ\text{C}$$

$$\theta_2 = 11.04^\circ\text{C}$$

$$\theta_3 = 16.64^\circ\text{C}$$

$$\theta_4 = 17.57^\circ\text{C}$$

$$\theta_{si} = 20^\circ\text{C}$$

La distribución de presiones de vapor de saturación,

$$P_{sat\ 1} = 1062.13 \text{ Pa}$$

$$P_{sat\ 2} = 1315.17 \text{ Pa}$$

$$P_{sat\ 3} = 1892.73 \text{ Pa}$$

$$P_{sat\ 4} = 2008.95 \text{ Pa}$$

La distribución de presiones de vapor,

$$P_1 = 824.43 \text{ Pa}$$

$$P_2 = 1006.60 \text{ Pa}$$

$$P_3 = 1558.00 \text{ Pa}$$

$$P_4 = 1285.32 \text{ Pa}$$

Las presiones de cada capa son inferiores a sus correspondientes de saturación, por lo que no hay condensación.

Suelo

Las temperaturas de cada capa son

$$\theta_{se} = 5.93^\circ\text{C}$$

$$\theta_1 = 8.04^\circ\text{C}$$

$$\theta_2 = 15.71^\circ\text{C}$$

$$\theta_3 = 18.15^\circ\text{C}$$

$$\theta_4 = 18.56^\circ\text{C}$$

$$\theta_{si} = 20^\circ\text{C}$$

La distribución de presiones de vapor de saturación,

$$P_{sat\ 1} = 1075.13 \text{ Pa}$$

$$P_{\text{sat } 2} = 1783.88 \text{ Pa}$$

$$P_{\text{sat } 3} = 2081.81 \text{ Pa}$$

$$P_{\text{sat } 4} = 2137.55 \text{ Pa}$$

La distribución de presiones de vapor,

$$P_1 = 1055.87 \text{ Pa}$$

$$P_2 = 1150.39 \text{ Pa}$$

$$P_3 = 1275.05 \text{ Pa}$$

$$P_4 = 1285.32 \text{ Pa}$$

Las presiones de cada capa son inferiores a sus correspondientes de saturación, por lo que no hay condensación.

Techo

Las temperaturas de cada capa son

$$\theta_{\text{se}} = 5.32^\circ \text{C}$$

$$\theta_1 = 7.70^\circ \text{C}$$

$$\theta_2 = 15.16^\circ \text{C}$$

$$\theta_3 = 17.21^\circ \text{C}$$

$$\theta_4 = 18.76^\circ \text{C}$$

$$\theta_5 = 19.18^\circ \text{C}$$

$$\theta_{\text{si}} = 20^\circ \text{C}$$

La distribución de presiones de vapor de saturación,

$$P_{\text{sat } 1} = 1050.38 \text{ Pa}$$

$$P_{\text{sat } 2} = 1722.19 \text{ Pa}$$

$$P_{\text{sat } 3} = 1962.77 \text{ Pa}$$

$$P_{\text{sat } 4} = 2164.82 \text{ Pa}$$

$$P_{\text{sat } 5} = 2220.92 \text{ Pa}$$

La distribución de presiones de vapor,

$$P_1 = 842.55 \text{ Pa}$$

$$P_2 = 940.60 \text{ Pa}$$

$$P_3 = 1263.90 \text{ Pa}$$

$$P_4 = 1274.56 \text{ Pa}$$

$$P_5 = 1285.32 \text{ Pa}$$

Las presiones de cada capa son inferiores a sus correspondientes de saturación, por lo que no hay condensación.

1.5 Fichas justificativas de la opción simplificada

Las siguientes fichas justificativas, extraídas del Documento Básico HE Ahorro de Energía, incluyen:

Ficha nº 1 : Cálculo de los parámetros característicos medios.

Ficha nº 2 : Conformidad de la demanda energética.

Ficha nº 3 : Conformidad de las condensaciones.

Se han incluido en el documento de la MEMORIA.

1.6 Demanda calorífica de la vivienda

Siguiendo el proceso descrito en la memoria, se calcula la demanda calorífica de la vivienda. Se realizan los cálculos cuarto a cuarto, incluyendo para cada uno las pérdidas por transmisión, infiltración y suplementos.

Hall

PERDIDAS POR TRANSMISION

CERRAMIENTO	SUPERFICIE (m ²)	U (W/m ² K)	(Ti-Te)	Q=US(Ti-Te)
Puertas escalera	3.36	2.00	15	100.80
Suelo	10.96	0.4	15	65.76
Techo	10.96	0.35	15	57.54
Cerramiento escaleras	2.7	0.6	15	24.30

$$Q_t(\text{transmisión}) = 248.40$$

PERDIDAS POR INFILTRACION

VOLUMEN (m ³)	Ce*Pe (W/m ³ °K)	n (nº renov./seg)	(Ti-Te)	Q=V1200n(Ti-Te)
28.5	1200	0.000277778	15	142.50

SUPLEMENTOS

SUPLEMENTO DE ORIENTACION	
SUPLEMENTO DE INTERMITENCIAS	0.10
SUPLEMENTO DE DOS PAREDES EXTERIORES	
SUMA DE LOS SUPLEMENTOS	0.10

PERDIDAS TOTALES

$$Q = (Q_{\text{transmisión}} + Q_{\text{infiltración}}) * (1 + \text{Suma de suplementos})$$

Q total =	429.99	W
------------------	---------------	----------

Cocina

PERDIDAS POR TRANSMISION

CERRAMIENTO	SUPERFICIE (m ²)	U (W/m ² K)	(Ti-Te)	Q=US(Ti-Te)
Fachada	3.96	0.47	24	44.67
Suelo	11.29	0.4	15	67.74
Techo	11.29	0.35	15	59.27
Ventana	3.19	1.8	24	137.81
Caja Persianas	0.45	0.85	24	9.18

$$Q_t(\text{transmisión}) = 318.67$$

PERDIDAS POR INFILTRACION

VOLUMEN (m ³)	Ce*Pe (W/m ³ °K)	n (nº renov./seg)	(Ti-Te)	Q=V1200n(Ti-Te)
29.35	1200	0.000555556	24	469.60

SUPLEMENTOS

SUPLEMENTO DE ORIENTACION	
SUPLEMENTO DE INTERMITENCIAS	0.10
SUPLEMENTO DE DOS PAREDES EXTERIORES	
SUMA DE LOS SUPLEMENTOS	0.10

PERDIDAS TOTALES

$$Q = (Q_{\text{transmisión}} + Q_{\text{infiltración}}) * (1 + \text{Suma de suplementos})$$

Q total =	867.10	W
------------------	---------------	----------

Salón comedor

PERDIDAS POR TRANSMISION

CERRAMIENTO	SUPERFICIE (m ²)	U (W/m ² K)	(Ti-Te)	Q=US(Ti-Te)
Fachada	23.67	0.47	24	267.00
Suelo	22.62	0.4	15	135.72
Techo	24.07	0.35	15	126.37
Ventanas	3.625	1.8	24	156.60
Forjado porche	1.45	0.58	24	20.18
Caja Persianas	0.45	0.85	24	9.18
Cerramiento escaleras	8.78	0.6	15	79.02

$$Q_t(\text{transmisión}) = 794.07$$

PERDIDAS POR INFILTRACION

VOLUMEN (m ³)	Ce*Pe (W/m ³ °K)	n (n° renov./seg)	(Ti-Te)	Q=V1200n(Ti-Te)
62.58	1200	0.000277778	24	500.64

SUPLEMENTOS

SUPLEMENTO DE ORIENTACION	0.03
SUPLEMENTO DE INTERMITENCIAS	0.10
SUPLEMENTO DE DOS PAREDES EXTERIORES	0.05
SUMA DE LOS SUPLEMENTOS	0.18

PERDIDAS TOTALES

$$Q = (Q_{\text{transmisión}} + Q_{\text{infiltración}}) * (1 + \text{Suma de suplementos})$$

Q total =	1521.28	W
-----------	---------	---

Dormitorio 1

PERDIDAS POR TRANSMISION

CERRAMIENTO	SUPERFICIE (m ²)	U (W/m ² K)	(Ti-Te)	Q=US(Ti-Te)
Fachada	3.96	0.47	24	44.67
Suelo	9.28	0.4	15	55.68
Techo	9.28	0.35	15	48.72
Ventana	3.19	1.8	24	137.81
Caja Persianas	0.45	0.85	24	9.18

$$Q_t(\text{transmisión}) = 296.06$$

PERDIDAS POR INFILTRACION

VOLUMEN (m ³)	Ce*Pe (W/m ³ °K)	n (nº renov./seg)	(Ti-Te)	Q=V1200n(Ti-Te)
24.128	1200	0.000277778	24	193.02

SUPLEMENTOS

SUPLEMENTO DE ORIENTACION	
SUPLEMENTO DE INTERMITENCIAS	0.10
SUPLEMENTO DE DOS PAREDES EXTERIORES	
SUMA DE LOS SUPLEMENTOS	0.10

PERDIDAS TOTALES

$$Q = (Q_{\text{transmisión}} + Q_{\text{infiltración}}) * (1 + \text{Suma de suplementos})$$

Q total =	537.99	W
------------------	---------------	----------

Vestidor

PERDIDAS POR TRANSMISION

CERRAMIENTO	SUPERFICIE (m ²)	U (W/m ² K)	(Ti-Te)	Q=US(Ti-Te)
Suelo	5.60	0.40	15	33.60
Techo	5.6	0.35	15	29.40

$$Q_t(\text{transmisión}) = 63.00$$

PERDIDAS POR INFILTRACION

VOLUMEN (m ³)	Ce*Pe (W/m ³ °K)	n (nº renov./seg)	(Ti-Te)	Q=V1200n(Ti-Te)
14.56	1200	0.000277778	15	72.80

SUPLEMENTOS

SUPLEMENTO DE ORIENTACION	
SUPLEMENTO DE INTERMITENCIAS	0.10
SUPLEMENTO DE DOS PAREDES EXTERIORES	
SUMA DE LOS SUPLEMENTOS	0.10

PERDIDAS TOTALES

$$Q = (Q_{\text{transmisión}} + Q_{\text{infiltración}}) * (1 + \text{Suma de suplementos})$$

Q total =	149.38	W
------------------	---------------	----------

Dormitorio 2

PERDIDAS POR TRANSMISION

CERRAMIENTO	SUPERFICIE (m ²)	U (W/m ² K)	(Ti-Te)	Q=US(Ti-Te)
Fachada	5.91	0.47	24	66.66
Suelo	12.91	0.4	15	77.46
Techo	12.91	0.35	15	67.78
Ventana	3.19	1.8	24	137.81
Caja Persianas	0.45	0.85	24	9.18

$$Q_t(\text{transmisión}) = 358.89$$

PERDIDAS POR INFILTRACION

VOLUMEN (m ³)	Ce*Pe (W/m ³ °K)	n (nº renov./seg)	(Ti-Te)	Q=V1200n(Ti-Te)
33.57	1200	0.000277778	24	268.56

SUPLEMENTOS

SUPLEMENTO DE ORIENTACION	
SUPLEMENTO DE INTERMITENCIAS	0.10
SUPLEMENTO DE DOS PAREDES EXTERIORES	
SUMA DE LOS SUPLEMENTOS	0.10

PERDIDAS TOTALES

$$Q = (Q_{\text{transmisión}} + Q_{\text{infiltración}}) * (1 + \text{Suma de suplementos})$$

Q total = 690.20 W

Dormitorio 3

PERDIDAS POR TRANSMISION

CERRAMIENTO	SUPERFICIE (m ²)	U (W/m ² K)	(Ti-Te)	Q=US(Ti-Te)
Fachada	18.34	0.47	24	206.88
Suelo	13.65	0.4	15	81.90
Techo	13.65	0.35	15	71.66
Ventana	1.81	1.8	24	78.19
Caja Persianas	0.45	0.85	24	9.18
Cerramiento escaleras	10.8	0.6	15	97.20

$$Q_t(\text{transmisión}) = 545.01$$

PERDIDAS POR INFILTRACION

VOLUMEN (m ³)	Ce*Pe (W/m ³ °K)	n (n° renov./seg)	(Ti-Te)	Q=V1200n(Ti-Te)
35.49	1200	0.000277778	24	283.92

SUPLEMENTOS

SUPLEMENTO DE ORIENTACION	-	0.03
SUPLEMENTO DE INTERMITENCIAS		0.10
SUPLEMENTO DE DOS PAREDES EXTERIORES		0.05
SUMA DE LOS SUPLEMENTOS		0.13

PERDIDAS TOTALES

$$Q = (Q_{\text{transmisión}} + Q_{\text{infiltración}}) * (1 + \text{Suma de suplementos})$$

Q total =	932.55	W
------------------	---------------	----------

Baño 1

PERDIDAS POR TRANSMISION

CERRAMIENTO	SUPERFICIE (m ²)	U (W/m ² K)	(Ti-Te)	Q=US(Ti-Te)
Suelo	5.15	0.40	15	30.90
Techo	5.15	0.35	15	27.04

$$Q_t(\text{transmisión}) = 57.94$$

PERDIDAS POR INFILTRACION

VOLUMEN (m ³)	Ce*Pe (W/m ³ °K)	n (nº renov./seg)	(Ti-Te)	Q=V1200n(Ti-Te)
13.39	1200	0.000555556	15	133.90

SUPLEMENTOS

SUPLEMENTO DE ORIENTACION	
SUPLEMENTO DE INTERMITENCIAS	0.10
SUPLEMENTO DE DOS PAREDES EXTERIORES	
SUMA DE LOS SUPLEMENTOS	0.10

PERDIDAS TOTALES

$$Q = (Q_{\text{transmisión}} + Q_{\text{infiltración}}) * (1 + \text{Suma de suplementos})$$

Q total =	211.02	W
------------------	---------------	----------

Baño 2

PERDIDAS POR TRANSMISION

CERRAMIENTO	SUPERFICIE (m ²)	U (W/m ² K)	(Ti-Te)	Q=US(Ti-Te)
Fachada	5.30	0.47	24	59.78
Suelo	4.79	0.4	15	28.74
Techo	4.79	0.35	15	25.15
Ventana	0.94	1.8	24	40.61
Caja Persianas	0.45	0.85	24	9.18

$$Q_t(\text{transmisión}) = 163.46$$

PERDIDAS POR INFILTRACION

VOLUMEN (m ³)	Ce*Pe (W/m ³ °K)	n (nº renov./seg)	(Ti-Te)	Q=V1200n(Ti-Te)
12.45	1200	0.000555556	15	124.50

SUPLEMENTOS

SUPLEMENTO DE ORIENTACION	
SUPLEMENTO DE INTERMITENCIAS	0.10
SUPLEMENTO DE DOS PAREDES EXTERIORES	
SUMA DE LOS SUPLEMENTOS	0.10

PERDIDAS TOTALES

$$Q = (Q_{\text{transmisión}} + Q_{\text{infiltración}}) * (1 + \text{Suma de suplementos})$$

Q total = 316.76 W

RESUMEN DE LA POTENCIA NECESARIA EN W

Hall	Cocina	Salón	Dorm. 1	Vestidor	Dorm. 2	Dorm. 3	Baño 1	Baño 2	TOTAL
429.99	867.10	1521.28	537.99	149.38	690.20	932.55	211.02	316.76	5656.27

1.7. Cálculos del suelo radiante.

1.7.1. Instalación de calefacción.

Para hacer una valoración del diseño de la instalación, lo primero es identificar el número de habitaciones a calefactar, la distribución de plantas totales de la vivienda y la colocación de los colectores.

Se necesitara un colector para la vivienda, el cual estará colocado lo más centrado posible dentro de esta, para que el reparto sea homogéneo. Los colectores se encontrarán situados en la planta baja. Se utilizará un pequeño armario para que el colector no se vea.

El colector dispondrá de un purgador en la parte superior por el cual saldrá el posible aire que se halla formado, así conseguiremos que no se produzca ningún parón en el circuito de carga.

El paso siguiente es el de calcular la longitud de cada circuito. Siguiendo el manual Wirsbo y aplicando una separación entre tubos de 20 cm. obtendremos la siguiente fórmula:

$$L = A/e + 2I$$

Donde:

- A: Área a calefactor cubierta por el circuito (m²).
- e: Distancia entre tubos (20 cm.).
- I: Distancia entre colectores y el area a calefactor (m).

1.7.2. Cálculo de las longitudes de los circuitos.

		I (m)	A (m ²)	e (m)	L (m)
Circuito 1.1	Hall	0	10,96	0,20	54,80
Circuito 1.2	Cocina	3,50	11,29	0,20	63,45
Circuito 1.3	Salón-comedor	3,90	24,07	0,20	128,15
Circuito 1.4	Dormitorio 1 + Vestidor	1,90	9,28+5,60	0,20	78,20
Circuito 1.5	Dormitorio 2	1,90	12,91	0,20	68,35
Circuito 1.6	Dormitorio 3	3,50	13,65	0,20	75,25
Circuito 1.7	Baño 1	4,10	5,15	0,20	33,95
Circuito 1.8	Baño 2	3,40	4,79	0,20	30,75

1.7.3. Cálculo de la temperatura media superficial.

La temperatura media superficial del pavimento T_{ms} es función únicamente de la demanda térmica, que a efectos de la simplificación de cálculos y en lo que sigue consideramos igual a la carga térmica del local T_i . Se calcula de acuerdo a la expresión:

$$Q(W/^{\circ}C\ m^2) = \alpha (T_{ms} - T_i)$$

α = Coeficiente de transmisión de calor del suelo.(W/m²)

T_{ms} = Temperatura media del pavimento.

T_i = Temperatura interior de cálculo.

Se utiliza el gráfico del Anexo 6, la tabla que muestra las temperaturas superficiales máximas del pavimento T_s en función de Q y de T_i , considerando distancia entre centros de los tubos 20 cm. y salto térmico de 10°C.

Se ha optado como tipo de tubería emisora por Wirsbo-evalPEX 16x2. Esta opción variará si resulta de ello una potencia de bomba excesiva. Se calculan las temperaturas máximas superficiales conociendo sus cargas térmicas y sus temperaturas interiores de diseño y entrando con estos valores en el gráfico citado se obtienen unos valores de

Circuito	L (m)	Q(W)	Ti(°C)	Tms(°C)	Q(W/m ²)	A(m ²)
C1.1	54,80	429,99	20,00	23,90	39,23	10,96
C1.2	63,45	867,10	20,00	27,10	76,80	11,29
C1.3	128,15	1521,28	20,00	26,00	63,20	24,07
C1.4	78,20	687,37	20,00	24,50	46,19	14,88
C1.5	68,35	690,20	20,00	25,20	53,46	12,91
C1.6	75,25	932,55	20,00	26,40	68,32	13,65
C1.7	33,95	211,02	20,00	24,10	40,97	5,15
C1.8	30,75	316,76	20,00	26,20	66,13	4,79

1.7.4. Cálculo de temperatura del agua.

El salto térmico entre el agua de impulsión y el de retorno se fija en 10°C. La magnitud de la temperatura media del agua (T_{ma}) en las tuberías emisoras depende de la demanda térmica del local, la temperatura interior de diseño (T_i) y del coeficiente de transmisión térmica (K_a) según la fórmula:

$$Q\ (W/m^2) = K_a (T_a - T_i)$$

El coeficiente de transmisión térmica de la capa sobre los tubos K_a se calcula aplicando la fórmula:

$$K_a\ (W/^{\circ}Cm^2) = 1 / [\Sigma (e/\lambda) + (1/\alpha)]$$

Donde:

e = Espesor de la capa (m)

λ = conductividad térmica del material de la capa (W/°C)

α = Coeficiente de transmisión de calor del suelo ($W/^{\circ}C$). Tiene dos componentes: coeficiente de transmisión por radiación y coeficiente de transmisión por convección.

La figura que se muestra el gráfico en el Anexo 6 que relaciona la demanda térmica (Q), la resistencia térmica del pavimento (R) para obtener la temperatura de impulsión del agua en el circuito correspondiente y la temperatura superficial máxima (Ts) .La temperatura de retorno será $T_a - (10^{\circ}C)$. Tras los cálculos de todas las T_a de todos los circuitos, se seleccionará la mayor de ellas.

Circuito	Tms($^{\circ}C$)	Q(W/m^2)	Pavimento	R(m^2C/W)	Ta-Ts	Ta
C1.1	23,9	39,23	Parquet	0,09	11,4	35,3
C1.2	27,1	76,8	Baldosa	0,02	11	38,1
C1.3	26	63,2	Parquet	0,09	14,3	40,3
C1.4	24,5	46,19	Parquet	0,09	12,4	36,9
C1.5	25,2	53,46	Parquet	0,09	13,2	38,4
C1.6	26,4	68,32	Parquet	0,09	14,6	41
C1.7	24,1	40,97	Baldosa	0,02	9,2	33,3
C1.8	26,2	66,13	Baldosa	0,02	10,2	36,4

Como valor de temperatura mayor de agua se ha obtenido $41^{\circ}C$. La temperatura de retorno será, por tanto, $31^{\circ}C$. Estos valores se tendrá en cuenta a la hora de dimensionar la instalación de suelo radiante.

1.7.5. Cálculo del caudal del agua.

El caudal de agua a través de un circuito de calefacción por suelo radiante es función de la potencia térmica emitida, que suponemos de un valor idéntico al de la carga térmica (Q), y del salto térmico entre la impulsión del circuito y el retorno de este.

Como se ha comentado anteriormente, el salto térmico es de 10°C, por lo que el caudal es sólo función de la carga térmica según la expresión:

$$Q = m C_p (T_{imp} - T_{ret}) [W]$$

m = Caudal de agua

C_p = Calor específico del agua [Kcal/Kg°C}

$T_{imp} - T_{ret}$ = Salto térmico impulsión retorno = 10°C

En Q ha de considerarse la potencia térmica emitida por cada circuito, incluyendo la emitida en los trayectos desde el local calefactado hasta el colector.

Los cabezales electrotérmicos, gracias a su ciclo de apertura y cierre, permitirán el paso de caudal calculado. De este modo se posibilita la regulación de cada local de forma independiente a todos los demás.

Circuito	Q(W)	Área(m ²)	Área real calefactada(m ²)	Q(W)*	Caudal (l/s)
C1.1	429,99	10,96	10,96	429,96	0,010
C1.2	867,1	11,29	11,99	920,83	0,022
C1.3	1521,28	24,07	24,85	1570,52	0,038
C1.4	687,37	14,88	15,26	704,86	0,017
C1.5	690,2	12,91	13,29	710,48	0,017
C1.6	932,55	13,65	14,35	980,39	0,023
C1.7	211,02	5,15	5,97	244,59	0,006
C1.8	316,76	4,79	5,47	361,73	0,009

El área real considerada es el área del local que calefacta el circuito más el área del pasillo y distribuidor en el tramo calefactado hasta el colector. Así el caudal total es de **0,142 l/s**, sumando todos los caudales de todos los colectores construidos.

1.7.6. Cálculos de montantes y de tuberías de distribución.

Una vez que se sepa el caudal circulante por cada tramo se entra en el gráfico de pérdidas de carga (Anexo 6) y se selecciona la dimensión de la tubería de acuerdo a un límite de carga lineal que dependerá de la potencia de la bomba disponible. Usualmente este valor de pérdida de carga se fija en 0,2 KPa/m.

Los accesorios precisos son codos, derivaciones en T y racores de salida roscada. Su tipo será Wirsbo Quick&Easy o Wirsbo Quick&Easy Master para dimensiones inferiores a 50 mm, o Wipex, para dimensiones superiores a 32 mm.

Entrando en el gráfico de pérdidas de carga con **0,142 l/s** y Wirsbo-evalPEX **32x2,9** resultan unas pérdidas de carga en tuberías de 0,04 KPa/m. Por ejemplo entrando con Wirsbo-evalPEX 25x2,3 resultan unas pérdidas de carga superiores a 0,2 KPa/m.

Manteniendo este criterio escogeremos la tubería de Wirsbo-evalPEX 32x2,9 como tuberías de distribución entre la sala de calderas y el colector, y en la vivienda el suelo radiante se instalará con tuberías de Wirsbo-evalPEX 16x2.

1.7.7. Cálculo de pérdidas de carga y selección del grupo de impulsión

Circuito	Longitud(m)	Caudal(l/s)	Pérdida de carga(KPA/m)	Pérdida de carga (KPA)
C1.1	54,8	0,010	0,010	0,55
C1.2	63,45	0,022	0,050	3,17
C1.3	128,15	0,038	0,130	16,66
C1.4	78,2	0,017	0,040	3,13
C1.5	68,35	0,017	0,040	2,73
C1.6	75,25	0,023	0,051	3,84
C1.7	33,95	0,006	0,007	0,24
C1.8	30,75	0,009	0,009	0,28
Caudal Total		0,142	Pérdida Total	30,59

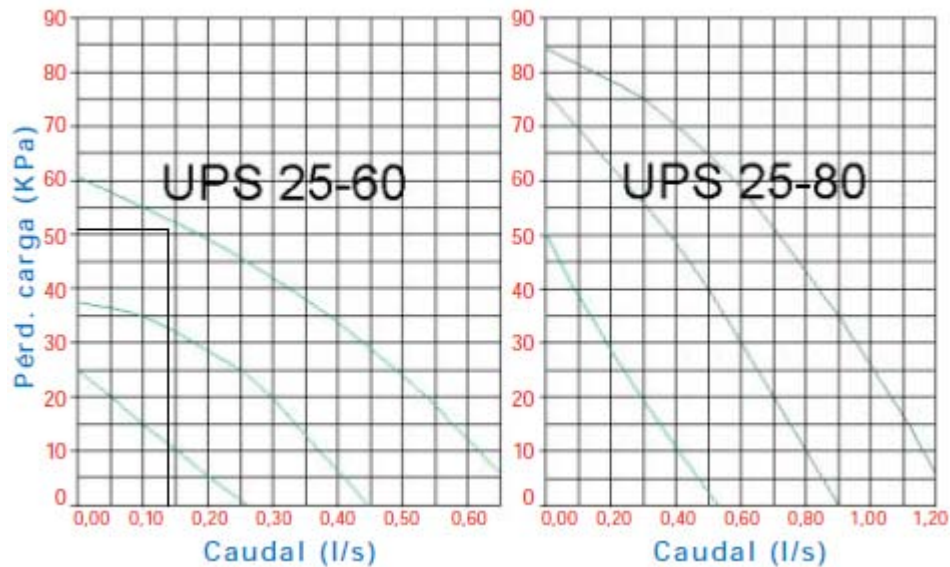
Ahora sumamos las demás pérdidas del circuito:

Tramo	Criterio	Pérdida de carga(KPa)
Circuitos	Circuito 1.3	16,66
Colector	Colector de 8 salidas (Q=0,142)	0,4
Tuberías de distribución	Wirsbo-evalPEX 32x2,9 Longitud 2x10m Diferencia de altura 3m	1,14 (*) + 29,42(**)
Accesorios	6 Manguitos unión Ø32 4 Codos Ø32 10 Llaves de corte Ø32	1(*) 0,016(*) 1,731(*)
50,367 KPa		

*(1m de tubería equivale a 0,057 KPa)

** 1 m.c.a. equivale a 9,81 KPa

Con los datos obtenidos sobre las pérdidas (50,367KPa) y el caudal(0,142 l/s), seleccionaremos la bomba más adecuada a las condiciones que tenemos.



Elegimos la UPS 25-60 , ya que en su tercera velocidad se ajusta perfectamente a nuestras necesidades.

1.7.8. Cálculo del vaso de expansión.

El vaso de expansión es de vital importancia en las instalaciones donde el fluido caloportador sufre cambios de temperatura que implican esfuerzos de dilatación y aumento de presión en su interior.

Dada su importancia vamos a calcularlo mediante la siguiente expresión:

$$V_{\text{total}}(U) = V_{\text{tuberías}} + V_{\text{aparatos}} + V_{\text{caldera}}$$

Para el cálculo del volumen se utilizará la siguiente expresión la cual da la dilatación del agua en función de su temperatura:

$$V_u = V_i \cdot a\%$$

Donde:

V_u = Volumen o capacidad útil

V_i = Volumen del agua de la instalación.

$a\%$ = coeficiente de dilatación del agua.

Volumen de las tuberías.

Para calcular el volumen ocupado en las tuberías sumaremos todos los metros de tubería instalados en la vivienda, 532,9 m en total. Teniendo en cuenta que todas estas tuberías son de diámetro exterior 16 mm, es decir que tienen 12 mm de diámetro interior, calcularemos el volumen de fluido que albergan en su interior

Tipo de tubería	$\pi \cdot (\text{radio})^2$	Longitud	V(m ³)	V(L)
V _{tuberíasA}	$\pi \cdot (0.008)^2$	532,9	0,107	107,1

La suma total nos da un volumen de tuberías de **107,1** litros.

Volumen de los aparatos.

También tendremos en cuenta que cada aparato aproximadamente alberga en su interior dos litros de fluido,

Sumando todos los datos nos da un volumen total de 111,1 litros.

Para una temperatura media de la instalación de:

$$T_m = T_{imp} + T_{ret}/2 = 41 - 31/2 = 36$$

La dilatación del agua toma un valor de 1.7%.

Luego utilizando la expresión: $V_u = V_i \cdot a\%$

Nos da un valor de: $1.7/100 \cdot 111,1 = 1,89$ litros

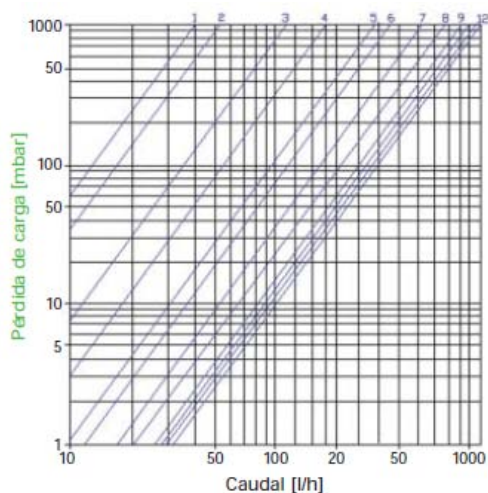
Elegimos como vaso de expansión el modelo **Reflex ES 8 litros** de la marca Sedical.

1.7.9 Compensación de los distribuidores

Los colectores de impulsión llevan acoplados detentores, uno por circuito, con el fin de realizar el equilibrado hidráulico de la instalación durante su puesta en marcha.

Los detentores permiten la selección de 13 posiciones (desde 0 hasta 12). Para seleccionar una posición de detentor se debe girar la rueda hasta la marca amarilla. El valor de la posición lo determina el caudal y la pérdida de carga del circuito de acuerdo al gráfico de la figura 5.5.

Entrar a la gráfica con el caudal y la pérdida de carga de cada circuito para obtener el número correspondiente al equilibrado. Después girar la rueda del detentor hasta que la marca amarilla coincida con el número seleccionado.



Circuito	Longitud (m)	Caudal (l/h)	Pérdida de carga (mbar)	Valor de ajuste
C1.1	54,8	37,0301	5,48	7
C1.2	63,45	79,3061	31,725	7
C1.3	128,15	135,2601	166,595	6
C1.4	78,2	60,7056	31,28	6
C1.5	68,35	61,1900	27,34	6
C1.6	75,25	84,4357	38,3775	6
C1.7	33,95	21,0652	2,3765	4
C1.8	30,75	31,1539	2,7675	8

1.7.10. Cálculo de la potencia necesaria para suelo radiante.

Se necesita calcular un intercambiador para que eleve la temperatura del agua de retorno (31°) a la temperatura necesaria de ida a los colectores para satisfacer las demandas caloríficas (41°).

$$P = \dot{m} \times C \times \Delta T \text{ (Kw)}$$

P : Potencia en Kw

\dot{m} : Flujo másico: 0,142 Kg/s

C : Calor específico : 4186 KJ/Kg K

ΔT : Salto térmico : 10

$$P = 5,944 \text{ KW}$$

1.7.11. Cálculos para el grupo de impulsión

El grupo de impulsión, al mezclar agua del retorno del suelo radiante y de la impulsión del generador térmico, consigue una temperatura de impulsión correcta a los colectores de suelo radiante.

La válvula mezcladora divide la instalación en un circuito primario (desde el generador de calor) y un secundario (desde la válvula mezcladora hasta los circuitos). Debe calcularse el Kv de equilibrado del grupo de impulsión entre primario y secundario.

La expresión de cálculo del Kv de equilibrado es:

$$K_v = C_i / \sqrt{P}$$

$$C_i = \text{Caudal en el primario [m}^3\text{/h]} = Q_i / \Delta T_i$$

$$Q_i = \text{Potencia térmica instalada [Kcal/h]} = m_t \cdot C_p \cdot (T_{imp} - T_{ret})$$

$$m_t = \text{Caudal total de agua impulsado por el secundario [Kg/h]}$$

$$C_p = \text{Calor específico del agua [1 Kcal / Kg } ^\circ\text{C]}$$

$$T_{imp} - T_{ret} = \text{Salto térmico impulsión - retorno} = 10^\circ\text{C}$$

$$\Delta T_i = \text{Salto de temperatura en el primario [} ^\circ\text{C]}$$

$$P = \text{Presión disponible en el primario [bar]}$$

$$Q_i = 5,944 \text{ KW} = 5111 \text{ Kcal/h}$$

La temperatura de retorno del suelo radiante calculada es 31°C

La temperatura de impulsión de agua desde el grupo de bombeo del generador de calor la suponemos 60°C

Con estos datos $\Delta T_i = 60 - 31 = 29^\circ\text{C}$

$$C_i = 5111 \text{ Kcal/h} / 29^\circ\text{C} = 176.24 \text{ l/h} = 0,176 \text{ m}^3\text{/h}$$

La presión disponible en el primario se determina de acuerdo a la potencia de la bomba del primario y al caudal que impulsa. Supongamos para este caso práctico una $P = 50.37 \text{ KPa} = 0,5037 \text{ bar}$.

$$K_v = (0,176 \text{ m}^3\text{/h}) / \sqrt{0,5037 \text{ bar}} = 0,248$$

Por tanto obtenemos un Kv de 0.248 el cual no servirá para seleccionar la válvula mezcladora.

2 CÁLCULOS AGUA FRÍA Y AGUA CALIENTE SANITARIA A.C.S.

2.1. Diseño de la red de agua fría.

El Cálculo del diámetro de las tuberías de la red de agua fría se realiza teniendo en cuenta:

- El material elegido por las tuberías es el cobre.
- Los diámetros se han obtenido mediante la tabla 1 de la Norma Tecnológica de los edificios sobre agua fría (NTE-IFF) la cual se proporciona en el anexo 1 con el nombre de tabla para el cálculo de la red de agua fría y caliente.
- Los distintos tramos y grifos a los que abastece se muestran en el siguiente esquema de la red de agua fría.

Esquema de la instalación en documento de Planos.

Calculo de la sección de las tuberías.

Tramo	Grifos	Ø(mm)
1 2	11	20
2 3	3	10
3 4	2	10
4 5	1	10
2 6	8	15
6 7	4	15
7 8	3	10
8 9	2	10
9 10	1	10
6 11	4	15
11 12	2	10
12 13	1	10
11 14	2	10
14 15	1	10

Calculo de los accesorios

Para el cálculo de los accesorios se ha utilizado la tabla 3 de la Normativa tecnológica de edificación para agua fría (NTE-IFF) que se encuentra en el en el anexo 1 con el nombre de tabla para el cálculo de la red de agua fría y caliente.

Accesorios	Ø tramo	Ø(mm)
A	10	15
B	10	15
C	10	15
D	15	20
E	10	15
F	10	15
G	10	15
H	10	15
I	10	15
J	10	15
K	10	15
O(cont)	20	15

Calculo del calibre del contador.

Para el cálculo del calibre del contador, se ha utilizado la tabla 3 de la norma tecnológica de edificación para agua fría.

El calibre del contador general (O), para un diámetro de llave 25 mm, es de 15 mm.

2.2. Diseño de la red de agua caliente sanitaria.

El cálculo del diámetro de la red de ACS se realiza teniendo en cuenta:

- El material elegido para las tuberías es el cobre.
- Los diámetros se han determinado mediante le tabla1 de la norma tecnológica de los edificios sobre agua caliente (NTE-IFC) proporcionada en el Anexo 1.

Esquema de la instalación de a.c.s. en el documento de Planos.

Calculo de la sección de las tuberías.

Tramo	Grifos	Ø(mm)
1 2	7	22
2 3	1	18
2 4	6	22
4 5	3	18
5 6	2	18
6 7	1	18
4 8	3	18
8 9	1	18
8 10	2	18
10 11	1	18

Calculo de los accesorios

Para el calculo de los accesorios se ha utilizado la tabla3 de la Normativa tecnológica de edificación para agua caliente (NTE-IFC) que se encuentra en el .

Accesorios	Ø tramo	Ø(mm)
C	18	20
D	18	20
E	18	20
F	18	20
H	18	20
J	18	20
K	18	20
O(cont)	22	15

Calculo del calibre del contador.

Para el cálculo del calibre del contador, se ha utilizado la tabla 7 de la norma tecnológica de edificación para agua fría.

El calibre del contador general (O), para un diámetro de llave 25 mm, es de 15 mm.

2.3 Bomba de circulación del A.C.S. (B2)

La distribución del ACS en la vivienda se realizará con tubería de cobre de 22 mm y 18 mm de diámetro tal y como se ha calculado antes, por la cual irá toda el agua sanitaria que se va a repartir en la vivienda. Pondremos un circuito de ida y retorno. Al

tener tramos de diferente diámetro calcularemos las pérdidas para cada tramo, para posteriormente dimensionar la bomba de circulación:

Hallaremos el caudal necesario mediante las siguientes fórmulas:

$$K_i = \sum Q_i$$

$$\text{Coeficiente de simultaneidad de la vivienda: } K_1 = 1/\sqrt{n-1}$$

$$Q_{\text{simultaneo de la vivienda}} = K_1 \cdot K_i$$

Tipo de habitáculo	Q instalado (l/s)
Lavabo	0,2
Bide	0,1
Inodoro	0,2
Bañera	0,3
Ducha	0,2
Fregadero	0,2
Lavadora	0,2
Lavaplatos	0,2

En nuestro modelo de vivienda tendremos (ACS):

- 2 lavabos.
- 2 bidés.
- 1 bañera.
- 1 ducha.
- 1 fregadero.

Con estas formulas y la tabla anterior obtenemos que:

$$K_i = (2 \cdot 0,2) + (2 \cdot 0,1) + 0,3 + 0,2 + 0,2 = 1,3 \text{ l/s}$$

$$\text{Coeficiente de simultaneidad de la vivienda: } K_1 = 1/\sqrt{7-1} = 0,4082$$

$$Q_{\text{simultaneo de la vivienda}} = K_1 \cdot K_i = 0,4082 \cdot 1,3 = 0,5307 \text{ l/s}$$

Se usará un caudal de A.C.S. de **1.91 m³/h** en la tubería de **ida** mientras que en la de **vuelta** se estimará un caudal de **1 m³/h**. La red de tuberías consta de tramos de diámetro nominal de 22 mm. y de 18mm, por la que se calcularán las pérdidas de carga para los diferentes tramos.

a) Tramo de ida.

La longitud de los tramos de tubería de diámetro interior 22 mm. es de 5.37m.

Cantidad	Singularidad	Le	TOTAL
1	Codos 90°, radio pequeño	1.5	1.5
2	Derivaciones en T.	2.2	4.4
1	Válvulas antirretorno	1	1
		TOTAL	6.9

**Valores de los elementos, en la tabla 9 del anexo 1.*

$$L_{\text{virtual}} = L_{\text{real}} + L_e = 5.37 + 6.9 = 12.27 \text{ m}$$

Entrando con los datos de caudal y diámetro interior 22 mm en el gráfico 6 del anexo 1, se obtiene unas pérdidas por rozamiento de 100 mm.c.a..

$$\Delta H = L \text{ virtual} * \text{Pérdida por rozamiento} = 12.27 \cdot 100 = 1227 \text{ mm.c.a.}$$

La longitud de los tramos de tubería de diámetro interior 18 mm. es de 14.05m.

Cantidad	Singularidad	Le	TOTAL
5	Codos 90°, radio pequeño	1.5	7.5
1	Derivaciones en T.	2.2	2.2
1	Válvulas antirretorno	1	1
		TOTAL	10.7

**Valores de los elementos, en la tabla 9 del anexo 1.*

$$L \text{ virtual} = L \text{ real} + L_e = 14.05 + 10.7 = 24.75 \text{ m}$$

Entrando con los datos de caudal diámetro y interior 18 mm en el gráfico 6 del anexo 1, se obtiene unas pérdidas por rozamiento de 250 mm.c.a..

$$\Delta H = L \text{ virtual} * \text{Pérdida por rozamiento} = 24.75 \cdot 250 = 6187.5 \text{ mm.c.a.}$$

b) Tramo de vuelta.

La longitud de los tramos de tubería de diámetro interior 22 mm. es de 5.37m.

Cantidad	Singularidad	Le	TOTAL
1	Codos 90°, radio pequeño	1.5	1.5
2	Derivaciones en T.	2.2	4.4
1	Válvulas de compuerta abierta	1	1
		TOTAL	6.9

**Valores de los elementos, en la tabla 9 del anexo 1.*

$$L \text{ virtual} = L \text{ real} + L_e = 5.37 + 6.9 = 12.27 \text{ m}$$

Entrando con los datos de caudal diámetro interior 22 mm en el gráfico 6 del Anejo 1, se obtiene unas pérdidas por rozamiento de 30 mm.c.a..

$$\Delta H = L \text{ virtual} * \text{Pérdida por rozamiento} = 12.27 \cdot 30 = 368.1 \text{ mm.c.a.}$$

La longitud de los tramos de tubería de diámetro interior 18 mm. es de 14.05m.

Cantidad	Singularidad	Le	TOTAL
5	Codos 90°, radio pequeño	1.5	7.5
1	Derivaciones en T.	2.2	2.2
1	Válvulas de compuerta abierta	1	1
		TOTAL	10.7

**Valores de los elementos, en la tabla 9 del anexo 1.*

$$L_{\text{virtual}} = L_{\text{real}} + L_e = 14,05 + 10,7 = 24,75 \text{ m}$$

Entrando con los datos de caudal diámetro interior 18 mm en el gráfico 6 del Anejo 1, se obtiene unas pérdidas por rozamiento de 80 mm.c.a..

$$\Delta H = L_{\text{virtual}} \cdot \text{Pérdida por rozamiento} = 24,75 \cdot 80 = 1980 \text{ mm.c.a.}$$

Lo sumamos y nos da $\Delta H_t = 9762,6 \text{ mm.c.a.}$

La bomba circuladora que vamos a escoger, es simplemente para que el agua no se quede quieta y pierda temperatura. No realiza una función de aumento de presión, ya que este agua viene de la red y tiene suficiente presión y caudal.

Escogiendo entre las múltiples posibilidades, hemos elegido de la casa GRUNDFOS el modelo ‘UP 32-80 180’. Los datos técnicos a cerca de la bomba circuladora se encuentran en el anexo 4.

2.4 Determinación del consumo de A.C.S.

La determinación del consumo de agua caliente sanitaria de una vivienda no puede determinarse por medio de fórmula matemática alguna. Por este motivo, el cálculo deberá establecerse sobre la base de datos estadísticos que deben cubrir las necesidades en el momento más desfavorable de demanda. Por lo que el consumo de agua dependerá de:

- Número de habitantes.
- Número de aparatos sanitarios.
- Nivel de confort. Clase o tipo de edificio.

Cualquiera que sea el sistema de producción de agua caliente para usos sanitarios y la temperatura máxima del fluido que deba calentar, las necesidades de agua caliente han de determinarse a partir de:

- Cálculo de la necesidad máxima horaria (hora punta)
- Cálculo de la necesidad diaria.

El sistema propuesto para la obtención del A.C.S. en la vivienda de este proyecto va a ser diferente en función del método de energía empleada. En un principio calcularemos el volumen del depósito acumulador y la potencia necesaria, y posteriormente realizaremos los cálculos necesarios para cada instalación.

Según se indica en la RITE 0.2.5 y UNE 100030 (“Prevención Legionela”), el agua caliente para usos sanitarios se preparará por encima de una temperatura de 55°C siendo recomendable los 60°C. Con lo cual las condiciones de cálculo serán:

- Temperatura de acumulación = 60°C
- Temperatura de consumo de A.C.S. = 40 °C
- Temperatura del agua fría 15 °C

Lo primero que debemos realizar es calcular la demanda de a.c.s. a la que deberá hacer frente la instalación.

Según el nuevo código técnico de edificación, dependiendo del número de dormitorios supondremos el número de personas que vivirán, y además el código técnico determina que se deben de suponer 30 litros por persona dentro de un edificio de viviendas unifamiliares. Supondremos como temperatura de consumo una media de 45°C.

Hallaremos la cantidad total de consumo:

Como en la vivienda viven 4-5 personas, a 30 litros por persona y día(según el código técnico) tendremos un consumo total de unos 150 litros por día.

Por lo tanto, como mínimo necesitaremos un acumulador de 150 litros, pero para dar a la vivienda un mayor nivel de confort se empleará un acumulador de 200 litros.

2.5 Potencia necesaria para A.C.S. .

La potencia del calentador se determina en función del número de grifos servidos por el mismo o en este caso como ya conocemos el volumen del acumulador en función de los litros de este.

El acumulador tiene un volumen de 200 litros, con lo que mirando la tabla X del Anexo 1 (tabla 19) vemos que para una capacidad de 200 litros necesitamos una potencia de 5750 Kcal/h o lo que es lo mismo 6,675 KW.

2.6. Dimensionado de la caldera.

La potencia requerida de la caldera se calcula sumando la potencia requerida para la instalación de calefacción y la potencia requerida para la instalación de ACS.

La potencia de la instalación por suelo radiante, será igual a la suma de todas las potencias caloríficas aportadas por todos los circuitos de calefacción.

La potencia necesaria para el ACS se ha calculado en el apartado anterior

Potencia de la instalación de calefacción: 5,944 KW

Potencia de la instalación de ACS: 6,675 KW

La suma de estas dos cantidades nos servirá para la elección de la caldera.

Suma total: 12,619 KW

Para cada instalación la caldera (o bomba de calor, en el caso de la instalación geotérmica) será diferente, y se especificara en su apartado correspondiente.

3 CÁLCULOS DE LA INSTALACIÓN DE ACS SOLAR.

3.1. Demanda energética.

Lo primero que debemos realizar es calcular la demanda energética a la que deberá hacer frente la instalación.

Para calcular la demanda energética hemos de determinar una serie de parámetros como son la temperatura de diseño, el volumen de agua por persona que se va a tomar como referencia y la temperatura del agua de red. De modo que la demanda se calculará mensualmente mediante la expresión:

$$Q = m \cdot c_e \cdot \Delta T$$

Donde:

- m es la masa de agua consumida.
- c_e es el calor específico del agua.
- ΔT es la diferencia entre la temperatura de ~~diseño~~ y la temperatura del agua de red ($T_{\text{diseño}} - T_{\text{red}}$)

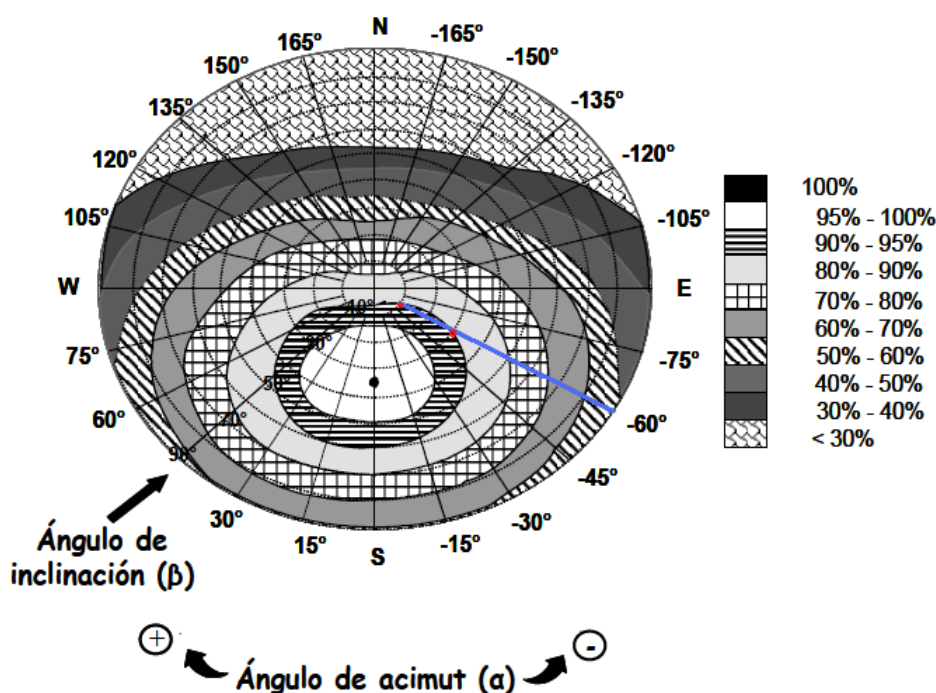
Como temperatura de diseño para ACS se toma 45°C. La temperatura de red viene tabulada mensualmente para cada provincia en una serie de tablas (anexo 1, tabla 5).

El consumo total diario lo hemos calculado según el nuevo código técnico de edificación, en apartados anteriores y posteriormente lo hemos mayorado obteniendo un total de 250 litros diarios.

La demanda anual calculada es de **13.649,50 MJ**. Dicho dato se ha obtenido mediante una tabla Excel de la cual se puede ver un resumen en el apartado posterior.

3.2. Orientación e inclinación del campo de colectores.

La orientación de los colectores la determina la situación de la cubierta de la vivienda. El ángulo de Acimut es igual a -60° , por lo que el siguiente parámetro a determinar es la inclinación de los mismos. Utilizando el gráfico del HE4, obtenemos las inclinaciones máximas y mínimas para nuestra orientación, las cuales son respectivamente 30° y 10° . Como la inclinación de la cubierta del edificio es de 24° realizaremos los cálculos para 24° y 30° y sacaremos las conclusiones oportunas.



Las inclinaciones que vamos a utilizar serán:

- Inclinación de 24° .
- Inclinación de 30° .

Los datos de partida del colector que se va a estudiar son los siguientes:

Colector plano de alto rendimiento Vitosol 100 de la marca Viessmann.

T_a de uso ($^\circ\text{C}$)	Latitud Artajona	Litros agua/día	Colector ' η_o '	Colector ' k_1 '	Colector ' k_2 '
45	43	200	0.84	3.36	0.013

La demanda energética en todos los casos es la misma y es la que calcularemos a continuación.

Empezamos expresando por columnas cada una de las variables que necesitaremos en el desarrollo del cálculo (tabla1 columnas 1 a 5).

Para el desarrollo de este cálculo, y siguiendo las indicaciones del apartado anterior, obtenemos finalmente como resultado una demanda anual de **13.649,50 MJ**.

Para el cálculo ahora de nuestra aportación de nuestro sistema solar térmico, lo primero es tomar de la tabla correspondiente, incluida en el apartado de anexos, la energía recibida del sol en una superficie horizontal o irradiación horizontal media, H, en MJ/m², para cada mes en la provincia de Navarra (tabla 1 columna 9)

Al estar situados los bloques en la localidad de Artajona donde los niveles de polución son muy bajos, y al no advertirse obstáculo alguno que proyecte sombras sobre los colectores, no haremos corrección alguna del valor de H ya expresado. En caso de situarse en zonas de montaña o con atmósfera muy limpia se puede aplicar un coeficiente de corrección de 1,05 o de lo contrario disminuir el valor de H en zonas muy solucionadas con un coeficiente de 0,95. Además tampoco se observan otros factores como microclimas, nieblas o reflexión de superficies cercanas que pueden aumentar o disminuir la irradiación horizontal media calculada (tabla 1 columna 10).

Para calcular el valor de la energía neta incidente, E, es necesario antes hallar el valor de corrección por inclinación, k. Con el valor de la latitud y la inclinación de los colectores buscamos en las tablas el valor de la corrección. (Tabla 1, columna 11).

Así una vez hallados los valores de k para cada mes, obtendremos E simplemente multiplicando k por H. este es el valor de la energía teórica que cabe esperar por metro cuadrado de colector. Debido a que no toda la radiación solar es aprovechada, hay que aplicar a este valor un factor corrector. Este valor suele considerarse de alrededor de un 6%, con lo que el nuevo valor sería 0.94*k*H. (tabla 1 columna 12)

La energía útil que aportará nuestro colector ~~solar~~, a partir de ella se calcula el rendimiento de nuestros colectores, hay que recordar que el valor de rendimiento se suele aproximar por una recta, que nos suministrara el fabricante, y que es función de la temperatura de la placa absorbadora (t_m^o), de la temperatura ambiente (t_a^o), y de la intensidad incidente (I).

$$\eta = b - m \cdot (t_m^{\circ} - t_a^{\circ}) / I$$

$$\eta = \eta_0 - k_1 \cdot (t_m^{\circ} - t_a^{\circ}) / I - k_2 \cdot (t_m^{\circ} - t_a^{\circ})^2 / I$$

Pero también deberemos de hacer unas correcciones a este valor, ya que primero se ha supuesto que los rayos inciden perpendicularmente al colector, cosa que no ocurre en la realidad, y además hay efectos adversos debidos a la suciedad y envejecimiento de la cubierta. El conjunto de estas correcciones se engloba en un coeficiente de valor 0.94 de modo que el rendimiento que hay que considerar es:

$$\eta = 0.94 \cdot b - m \cdot (t_m^{\circ} - t_a^{\circ}) / I$$

$$\eta = 0.94 \cdot \eta_0 - k_1 \cdot (t_m^{\circ} - t_a^{\circ}) / I - k_2 \cdot (t_m^{\circ} - t_a^{\circ})^2 / I$$

Una vez corregido η , y hallado $\eta \cdot E$ (tabla 4, columnas 17 y 18) debemos notar que el acumulador tiene unas pérdidas de calor. Se recomienda estimar dichas pérdidas en un 15% aprox. Al no estar este situado en un recinto cerrado y calefactado (tabla 1, columna 19).

Finalmente podremos hallar el valor de la energía neta disponible al mes por metro cuadrado sin más que multiplicar la energía neta diaria por el número de días correspondientes a cada mes. (tabla 1, columna 20).

Los resultados obtenidos de todos estos datos los podemos ver a continuación en la tabla 1, correspondiente al estudio realizado con los colectores solares Vitosol 100. Hemos calculado estos datos teniendo en cuenta las diferentes inclinaciones que podemos adoptar 24° y 30°.

Viendo los diferentes datos que hemos obtenido vemos que la inclinación de ambas es bastante similar

3.3. Carga de consumo y dimensionado de la superficie de los captadores.

A partir de los datos anteriormente citados, se calculan las necesidades energéticas, para cada mes del año, en la hoja de carga que se presenta a continuación:

Vitosol 100 Inclinación 30°	Ocupación %	Consumo (m3)	T _r (°C)	Salto Térmico (°C)	necesidad energética mensual (Termias)	necesidad energética mensual (MJ)	Necesidad energética diaria (MJ)	H (MJ/m ²)	K $\alpha=30^\circ$ L~43°	E (MJ/m2)	0,94*E (MJ/m2)	Nº de horas sol útiles	I (W/m ²)
Enero	100	7,75	5	40	310	1297,66	41,86	5	1,37	6,85	6,44	8	223,58
Febrero	100	7	6	39	273	1142,78	40,8135	7,4	1,29	9,55	8,97	9	276,95
Marzo	100	7,75	8	37	286,75	1200,34	38,7205	12,3	1,2	14,76	13,87	9	428,22
Abril	100	7,5	10	35	262,5	1098,83	36,6275	14,5	1,1	15,95	14,99	9,5	438,39
Mayo	100	7,75	11	34	263,5	1103,01	35,581	17,1	1,03	17,61	16,56	9,5	484,10
Junio	100	7,5	12	33	247,5	1036,04	34,5345	18,9	1	18,90	17,77	9,5	519,47
Julio	100	7,75	13	32	248	1038,13	33,488	20,5	1,03	21,12	19,85	9,5	580,35
Agosto	100	7,75	12	33	255,75	1070,57	34,5345	18,2	1,11	20,20	18,99	9,5	555,26
Septiembre	100	7,5	11	34	255	1067,43	35,581	16,2	1,24	20,09	18,88	9	582,80
Octubre	100	7,75	10	35	271,25	1135,45	36,6275	10,2	1,38	14,08	13,23	9	408,38
Noviembre	100	7,5	8	37	277,5	1161,62	38,7205	6	1,48	8,88	8,35	8	289,83
Diciembre	100	7,75	5	40	310	1297,66	41,86	4,5	1,45	6,53	6,13	7,5	227,17
					3.260,75	13.649,50							

La energía influyente en un metro² horizontal (H) se obtiene de la tabla 2 del anexo 1.

El coeficiente de corrección (K) se obtiene de la tabla 6 del anexo 1.

La temperatura T_f de la red se obtiene de la tabla 5 situada en el anejo 1.

Vitosol 100 Inclinación 30°	T _a (°C)	T*	η	Aportación solar por m ²	Energía neta disponible al día por m ₂	Energía neta disponible al mes por m ²	Energía solar total	Tanto por ciento de sustitución	Déficit energético
Enero	7	57,11	3,40	0,22	0,19	5,77	14,43	1,11	1283,23
Febrero	7	46,10	31,36	2,81	2,39	66,98	167,44	14,65	975,34
Marzo	11	26,68	66,62	9,24	7,86	243,55	608,87	50,72	591,47
Abril	13	24,53	70,10	10,51	8,93	267,99	669,98	60,97	428,84
Mayo	16	20,13	76,09	12,60	10,71	331,93	829,82	75,23	273,19
Junio	20	16,17	81,45	14,47	12,30	368,97	922,44	89,04	113,60
Julio	22	13,32	84,00	16,67	14,17	439,34	1098,35	105,80	0,00
Agosto	23	13,31	84,84	16,11	13,69	424,53	1061,33	99,14	9,23
Septiembre	20	14,41	82,19	15,52	13,19	395,76	989,40	92,69	78,03
Octubre	15	24,68	70,97	9,39	7,98	247,42	618,56	54,48	516,90
Noviembre	10	40,58	43,40	3,62	3,08	92,37	230,92	19,88	930,69
Diciembre	8	54,73	9,62	0,59	0,50	15,54	38,85	2,99	1258,81
						2900,16			6459,33

La temperatura ambiente durante las horas de sol (T_a) se obtiene de la tabla 7 del anejo 1.

- Superficie de colectores necesaria = Necesidad Energética Mensual/Energía Neta Disponible al Mes = 13649.50/2900.16 = **4.71m²**

- Déficit de energía=Déficit energético total/Necesidad energética mensual = 6459.33/13649.50 = 0,473 = **47.3%**

- Numero de colectores = Superficie necesaria de los colectores/ Superficie útil del Colector = 4.71 / 2,5 = **1.88**

Vitosol 100 Inclinación 24°	Ocupación %	Consumo (m3)	T _r (°C)	Salto Térmico (°C)	necesidad energética mensual (Termias)	necesidad energética mensual (MJ)	Necesidad energética diaria (MJ)	H (MJ/m²)	K $\alpha=23^\circ$ L~43°	E (MJ/m2)	0,94*E (MJ/m2)	Nº de horas sol útiles	I (W/m²)
Enero	100	7,75	5	40	310	1297,66	41,86	5	1,345	6,73	6,32	8	219,50
Febrero	100	7	6	39	273	1142,78	40,8135	7,4	1,245	9,21	8,66	9	267,29
Marzo	100	7,75	8	37	286,75	1200,34	38,7205	12,3	1,175	14,45	13,59	9	419,30
Abril	100	7,5	10	35	262,5	1098,83	36,6275	14,5	1,1	15,95	14,99	9,5	438,39
Mayo	100	7,75	11	34	263,5	1103,01	35,581	17,1	1,04	17,78	16,72	9,5	488,80
Junio	100	7,5	12	33	247,5	1036,04	34,5345	18,9	1,02	19,28	18,12	9,5	529,86
Julio	100	7,75	13	32	248	1038,13	33,488	20,5	1,05	21,53	20,23	9,5	591,62
Agosto	100	7,75	12	33	255,75	1070,57	34,5345	18,2	1,11	20,20	18,99	9,5	555,26
Septiembre	100	7,5	11	34	255	1067,43	35,581	16,2	1,21	19,60	18,43	9	568,70
Octubre	100	7,75	10	35	271,25	1135,45	36,6275	10,2	1,325	13,52	12,70	9	392,10
Noviembre	100	7,5	8	37	277,5	1161,62	38,7205	6	1,4	8,40	7,90	8	274,17
Diciembre	100	7,75	5	40	310	1297,66	41,86	4,5	1,38	6,21	5,84	7,5	216,20
					3.260,75	13.649,50							

La energía influyente en un metro² horizontal (H) se obtiene de la tabla 2 del anexo 1.

El coeficiente de corrección (K) se obtiene de la tabla 6 del anexo 1.

La temperatura T_f de la red se obtiene de la tabla 5 situada en el anexo 1.

Vitosol 100 Inclinación 24°	T _a (°C)	T*	η	Aportación solar por m ²	Energía neta disponible al día por m ₂	Energía neta disponible al mes por m ²	Energía solar total	Tanto por ciento de sustitución	Déficit energético
Enero	7	58,17	0,37	0,02	0,02	0,61	1,53	0,12	1296,13
Febrero	7	47,77	27,54	2,38	2,03	56,76	141,91	12,42	1000,87
Marzo	11	27,25	65,90	8,95	7,61	235,90	589,75	49,13	610,59
Abril	13	24,53	70,10	10,51	8,93	267,99	669,98	60,97	428,84
Mayo	16	19,93	76,25	12,75	10,83	335,86	839,65	76,12	263,36
Junio	20	15,85	81,60	14,79	12,57	377,06	942,65	90,99	93,38
Julio	22	13,06	84,05	17,01	14,46	448,13	1120,33	107,92	0,00
Agosto	23	13,31	84,84	16,11	13,69	424,53	1061,33	99,14	9,23
Septiembre	20	14,77	82,06	15,12	12,85	385,57	963,92	90,30	103,51
Octubre	15	25,71	69,75	8,86	7,53	233,50	583,76	51,41	551,70
Noviembre	10	42,89	38,51	3,04	2,58	77,54	193,86	16,69	967,76
Diciembre	8	57,50	1,77	0,10	0,09	2,72	6,80	0,52	1290,86
						2846,19			6616,23

- Superficie de colectores necesaria = Necesidad Energética Mensual/Energía Neta Disponible al Mes = $13649.50/2846.19 = 4.8 \text{ m}^2$

- Déficit de energía=Déficit energético total/Necesidad energética mensual = $6616.23/13649.50 = 0,4847 = 48.47\%$

- Numero de colectores = Superficie necesaria de los colectores/ Superficie útil del Colector = $4.8 / 2,5 = 1.92$

Para calcular la superficie colectora necesaria, se dividirá el valor de la suma total de las necesidades energéticas al mes, en Vatios, entre el valor de la suma total de la energía neta disponible al mes, por m^2 .

El modelo de colector solar elegido para la instalación, es el colector sw2,5 de la marca Viessmann(ver datos técnicos en el anexo 5), el cual tiene una superficie útil de $2,5 \text{ m}^2$,

Hemos elegido una inclinación de 24° , debido a que los datos obtenidos con la inclinación de 30° son prácticamente similares y de esta forma simplificamos el soporte de la placa ya que 24° es la inclinación de la propia cubierta.

El número de colectores a instalar será de **1**, ya que es suficiente para satisfacer las necesidades según la norma. Además en el caso de haber colocado 2 colectores se necesitaría un sistema de evacuación de energía, tapado o vaciado del sistema ya que se superaría la producción de energía en más de un 110% en varios meses.

3.4. Estructura soporte.

Es la encargada de resistir con los colectores instalados las sobrecargas de viento y de nieve. El diseño de la estructura se debe realizar de forma que se dote a los captadores del ángulo de inclinación calculado para el aprovechamiento de la energía incidente, teniendo en cuenta además la facilidad de montaje. En la instalación que se está diseñando se va a utilizar una estructura que dotará a los colectores de la misma inclinación que el tejado de la vivienda. El montaje de la misma es más sencillo que si se tratara de de una estructura levantada y además no producen pérdidas importantes debidas a la inclinación.

Se va a realizar una estructura de aluminio que presentan ventajas frente a las de acero como menor peso, importante para evitar hundimientos de cubiertas. Aunque también presenta alguna desventaja como la de mayor coste. Tiene una alta resistencia a la corrosión.

A fin de no traspasar con el anclaje la cubierta del edificio, porque podría originar infiltraciones de agua, se construirá un murete o zapata de hormigón armado que garantice la total sujeción de la placa, aun en el caso extremo de vientos fuertes. En el murete, se abrirá en la parte inferior de contacto con la cubierta dos pasos para desagüe cuya finalidad será evitar posibles estancamientos de agua.

3.5. Dimensionado del volumen de captación.

Siguiendo las condiciones expuestas en el nuevo Código Técnico, para la aplicación de ACS, el área total de los captadores tendrá un valor tal que se cumpla la condición:

$$50 < V/A < 180$$

Siendo:

- A La suma de la áreas de los captadores [m²].
- V El volumen del depósito de acumulación solar [litros].

Con los cálculos de consumo realizados anteriormente hemos sobredimensionado nuestro depósito hasta los 200 litros, para obtener así un mayor nivel de confort.

Con lo que la ecuación anterior queda: $50 < 200/2.5 < 180$; $50 < 80 < 180$.

Por tanto el volumen de acumulación será igual a **200 litros**. Nosotros vamos a tener dos depósitos de acumulación conectados en serie. Uno de estos depósitos será calentado con la energía obtenida mediante las placas solares instaladas en el edificio, mientras que el otro depósito estará conectado a la caldera, la cual sólo funcionará si la cantidad de ACS acumulada en los depósitos no es la necesaria para consumir, por lo tanto el cálculo se ha realizado sólo con 200 litros.

3.6. Propiedades del fluido caloportador.

La temperatura mínima histórica de Navarra, según tablas, es de -16°C.

Para el cálculo de la instalación, el fluido caloportador deberá soportar una temperatura mínima de - 21°C (5 grados menos que la temperatura histórica), por tanto, se ha elegido una mezcla de agua con anticongelante (propilenglicol) con una concentración en peso de este de 40%, según el gráficos, del anexo 1.

Las propiedades más importantes de la mezcla son:

- Calor específico de la mezcla: 0,91Kcal/Kg °C a 45°C según el gráfico 2 del anejo 1.
- Viscosidad de la mezcla: 1,8 centipoises a 45°C según gráfico 3 del anejo 1.
- Densidad de la mezcla: 1,016 gr./cm³ a 45°C, según la gráfica 4 del anejo 1.
- Conductividad térmica: 0,0305 Kcal./hm°C a 45°C según gráfico 5 del anejo 1.

3.7. Diseño del circuito hidráulico.

El material en las tuberías de todo el circuito hidráulico será cobre. Para todo el sistema se calcularán la sección mínima que deberán tener las tuberías y las pérdidas de carga de estas, de sus conexiones y de los elementos de la instalación.

Para calcular el diámetro de las tuberías utilizaremos la siguiente expresión

$$D = J Q^{0.35}$$

De donde:

D = Diámetro en cm

C = Caudal en m³/h

J = 2.2 para tuberías metálicas

Para calcular el diámetro hemos de obtener previamente el caudal al que trabajara la instalación. La capacidad recomendada del colector solar es de 40.2 l/h por m², cuando el fluido caloportador que lo atraviesa es agua. En este caso no es así, sino que se trata de una mezcla de agua con un producto anticongelante al 40%, por lo que será necesario dividir dicho caudal por el calor específico de la mezcla.

$Q = \text{Capacidad del colector}/C_e (\text{mezcla}) * \text{numero de colectores.}$

$$Q = 40.2 \text{ l/h} \times 2.5 \text{ m}^2 / 0.91 = 110.44 \text{ l/h} = \mathbf{0.110 \text{ m}^3/\text{h}}$$

$$D = 2.2 \times 0.110 \text{ elevado a } 0.35 = 1.02 \text{ cm} = \mathbf{10.2 \text{ mm}}$$

En conclusión, la tubería de cobre tendrá un diámetro interior mínimo de 11mm. Habiéndose examinado las características de los componentes a instalar, se ha determinado conveniente montar tubería de **20 mm de diámetro interior** normalizada en vez de la inmediata superior a 11mm que es la de 13 mm de diámetro interior normalizado.

El hecho de ampliar el diámetro de las tuberías provoca ventajas en la interconexión de los componentes, disminuye la pérdida de carga y por tanto el de la potencia de la bomba. Como punto en contra se encuentra un mayor coste y desembolso, pero se considera conveniente su instalación.

Hay que tener en cuenta que el fluido caloportador no es agua, por lo que los datos de pérdida de carga por rozamiento deben multiplicarse por un factor de corrección.

$$\text{Factor} = (\text{Viscosidad de la mezcla}/\text{viscosidad del agua})^{1/4} = (1.8/0.55)^{1/4} = 1.35$$

Viscosidad del agua a 45°C = 0,55 centipoises según el Gráfico 3 del anexo 1.

Las pérdidas según el gráfico 6 del anexo 1 son 1 mm c.a. por m, y al multiplicar por el factor de corrección se quedan en 1,35 mm c.a por m.

También se aprecia en ese gráfico que la velocidad de circulación es muy reducida, por debajo de los 0.30 m/s.

Para hallar la pérdida de carga total de las tuberías lineales multiplicamos el valor de pérdida de carga por metro lineal de tubería por los metros totales de la instalación:

$$1.35 \times 20 = 27 \text{ mmcda} = 0.027 \text{ mca}$$

A continuación procedemos a calcular la pérdida de carga total de la instalación que es el resultado de la suma de la pérdida de carga lineal ya calculada más la pérdida de carga de las singularidades.

Para estimar la pérdida de carga de las singularidades, reduciremos cada una de ellas a longitud equivalente de tubería.

Cantidad	Singularidad	L_e	Total
10	Válvulas de corte de esfera	1	10
10	Codos 90°, radio pequeño	1.5	15
1	Entrada depósito	1.5	1.5
1	Salida depósito	1	1
4	Derivaciones en T	2.2	8.8
2	Válvula antirretorno	2.7	5.4
1	Válvula motorizada 3 vías	3	1
1	Válvula de equilibrado	2,5	2,5
Total			45.2

**Valores de los elementos, en la tabla 9 del anexo 1.*

La pérdida de carga de las singularidades es:

$$45.2 \times 1.35 = 61.02 \text{ mmcda} = 0.061 \text{ mca}$$

la pérdida de carga total será pues de :

$$0.027 + 0.061 = 0.088 \text{ m.c.a. valor que cumple con los requisitos al ser inferior a 7 mca}$$

La elección del diámetro de las tuberías deberá cumplir las siguientes especificaciones para los circuitos de A.C.S.:

- Pérdida de carga < 40 mm.c.a.
- Velocidad < 1,5 m/s.
- Pérdida de carga total < 7 m.c.a.

Por tanto, se cumplen tanto las tres especificaciones, por lo que el diámetro de la tubería es válido para nuestra instalación.

3.8. Bombas de circulación.

En la instalación de ACS solar existen cinco bombas:

- B1, para el circuito primario.
- B2, para el circuito de distribución de ACS. (apartado de calefacción)
- B3, para la distribución de agua para calefacción. (grupo de impulsión, apartado de calefacción)
- B4, para recirculación en depósitos de acumulación.
- B5, para llenado del circuito solar.

3.8.1. Bomba de circulación del circuito primario (B1).

Para el cálculo de la bomba de circulación del circuito primario es necesario considerar las pérdidas de carga producidas en los colectores, en el depósito acumulador y la pérdida de carga total del circuito primario principal.

a) Pérdida de carga de los colectores.

Tendremos un caudal de 110.44 l/h con lo que se obtiene una pérdida de carga del colector de aproximadamente 45 mm.c.a.

b) Pérdida de calor en el acumulador.

A falta de datos más precisos proporcionados por el fabricante, se ha estimado la pérdida de carga en 0,5 m.c.a.

c) Pérdida de carga del circuito primario principal.

Estas pérdidas corresponden a las pérdidas de carga del circuito primario principal calculadas anteriormente (3.7), y tienen un valor de 0.088 m.c.a.

$$\Delta P_{\text{TOTAL}} = a) + b) + c) = 0.045 + 0,5 + 0.088 = \mathbf{0.633 \text{ m.c.a.}}$$

El circulador solar seleccionado es el proporcionado por el fabricante Grundfos y cuyo modelo es '**UPS Solar 25-120 180**'. Las instrucciones técnicas de la bomba se encuentra en el anexo 4.

3.8.2. Bomba de recirculación en depósitos de acumulación (B4).

Conectaremos ambos depósitos mediante una tubería que conectará el depósito 2 desde la parte superior, con el depósito 1 en su parte inferior. A su vez esta tubería constará de dos llaves de paso, un manómetro y una válvula antirretorno.

Como bomba de circulación escogeremos de la marca Grundfos el modelo '**UPS 32-60 180**'. Ver anexo 4.

3.8.3. Bomba para llenado del circuito solar (B5).

En una la sala de la parte de garajes tendremos situado un depósito de acumulación de fluido para el circuito de las placas solares. Este fluido estará compuesto por agua en un 60% y un fluido anticongelante al 40%. En caso de notar fugas dentro del circuito, se pondrá en marcha la bomba y suministraremos fluido. En este depósito mezclaremos agua fría del servicio de contadores con la mezcla de anticongelante. También tendremos una entrada y una salida conectando el circuito primario con este depósito.

El modelo de bomba elegido será de la marca WILO modelo ‘ASP 100 A’.

3.9. Cálculo del vaso de expansión circuito primario

La expresión para dimensionar el vaso de expansión cerrado será la siguiente:

$$V = V_t \cdot (0.2 + 0.01 \cdot h)$$

V_t corresponde a la capacidad total del circuito primario, el cual, comprende la capacidad de los 18.5m de tubería de diámetro interior 20 mm, la capacidad de los colectores, y la capacidad del intercambiador de calor integrado en el depósito.

h corresponde a la diferencia de altura en m entre el punto más alto del campo de colectores y el vaso de expansión, $h=7,40$ m.

a) Volumen de las tuberías.

$$V = \pi \cdot r^2 \cdot L = \pi \cdot (0.01)^2 \cdot 18.5 = 0.0058 \text{ m}^3 = 5.8 \text{ litros}$$

b) Volumen de los colectores.

$$V = N \cdot \text{Capacidad del colector} = 2.21 = 2.21 \text{ litros}$$

V_t será la suma de los datos anteriores:

$$V = V_t \cdot (0.2 + 0.01 \cdot h) = V_t \cdot (0.2 + 0.01 \cdot 7.4) = \mathbf{2.195 \text{ litros}}$$

El vaso de expansión seleccionado es el modelo Reflex ES 8-500 de la marca Sedical. $P_{\max} = 10$ bar, de 8 litros.

Comprobación del vaso de expansión:

Es necesario verificar que el vaso de expansión seleccionado es capaz de contener todo el volumen de agua anteriormente calculado, en el caso de que la temperatura del circuito primario ascendiera hasta los 160°C.

Volumen del cálculo: V_t .

Temperatura de la instalación = 45°C.

Densidad a 45°C (ρ) = 990,2 Kg./m³.

Volumen del vaso de expansión (V_d) = El que hayamos elegido. 8

Presión máxima del vaso de expansión = 10 bares.

Masa de vapor húmedo = $V \cdot \rho = 0,0058 \text{ m}^3 \cdot 990,2 \text{ Kg/m}^3 = 5.74 \text{ Kg}$

Volumen de vapor húmedo (V_{vh}) = $8 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 / 5.74 = 1,393 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{Kg}$

Entrando en la tabla 02, que se encuentra en el anexo 1, con la temperatura de 45°C se obtiene los siguientes datos:

Volumen específico del líquido saturado (V_{ls}) = $1,0099 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{Kg}$

Volumen específico del vapor saturado (V_{vs}) = $15,285 \text{ m}^3/\text{Kg}$

Presión de saturación (P_s) = 0,09593 bares

Entrando en la tabla 02, que se encuentra en el anexo 1, con la temperatura de 160°C se obtiene los siguientes datos:

Volumen específico del líquido saturado (V_{ls}) = $1,1020 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{Kg}$

Volumen específico del vapor saturado (V_{vs}) = $0,3071 \text{ m}^3/\text{Kg}$

Presión de saturación (P_s) = 6,178 bares

La transformación se realiza a volumen constante (al volumen del vaso de expansión), por lo que a 160°C se encuentra en el interior de la campana y la presión de saturación es inferior a la presión máxima que soporta el vaso de expansión, por lo tanto es correcto el modelo elegido.

3.10 Selección de la caldera de apoyo

El modelo elegido de caldera **ROCA LIDIA 20 GTA** podrá satisfacer perfectamente todas las necesidades caloríficas de la vivienda ya que la potencia que proporciona dicha caldera es de 20900 W (18000 Kcal/h).

El combustible es gasóleo, y sus características pueden verse en el anexo 2.

3.11. Cálculo de la chimenea de la caldera de gasoil.

El cálculo de la sección del conducto de evacuación de humos se va a calcular siguiendo las recomendaciones de Roca para el cálculo de chimeneas.

Se determina mediante la fórmula:

$$S = k \cdot P/h^{1/2}$$

S = Sección en cm^2

P = Potencia de la caldera en kcal/h

h = Altura reducida en metros.

K = Coeficiente: 0,03 para sólidos. 0,02 para líquidos. 0,08 a 0,14 para calderas sobrepresionadas.

Por tratarse de una caldera de gasóleo la elegida para la instalación de calefacción de la vivienda objeto del presente proyecto, se toma el valor de $K = 0,02$ por ser éste un combustible líquido.

La altura reducida de la chimenea se determinará mediante la fórmula:

$$h = H - (n * 0.5 + L + p)$$

Siendo:

h = Altura reducida

H = Altura real

n = N° de codos

L = Longitud horizontal

p = resistencia caldera (2 mm hasta 160.000 kcal/h) (Este valor solo se considerará en el caso de tratarse de calderas con hogar de depresión, este mi es este caso).

Por tanto, sabiendo que las características de la tubería son:

$n = 2$ codos

L = Una longitud horizontal de conducto de 1,5 metros.

H = Una longitud vertical desde la caldera al tejado de 7.6 metros.

$$h = 7.6 - (2 * 0.5 + 1.5) = 5.1$$

Sustituyendo:

$$S = 159.41 \text{ cm}^2$$

Como $S = (\pi D^2)/4 \Rightarrow D = 14.25 \text{ cm}$

El diámetro interior del conducto deberá ser como mínimo de 14.25 cm.

Se instalará un tubo de 150 mm diámetro interior para los conductos de evacuación de humos.

4. CÁLCULOS DE LA INSTALACIÓN DE BIOMASA

4.1 Selección de la caldera de biomasa

Como en el apartado anterior, las necesidades energéticas, ascienden a un total de 12,64 KW, por lo tanto necesitaremos una caldera de dicha potencia o superior.

La caldera seleccionada es de la marca Ökofen , modelo Pellematic PE15, con una potencia de 15KW



En el apartado de anexos se incluyen datos técnicos de dicha caldera.

4.2 Cálculo del silo de pellets

Las dimensiones del silo dependen de la demanda calorífica del edificio, sin embargo, el silo a instalar deberá tener la capacidad para contener una cantidad de pellets suficiente para un año de consumo.

A modo de aproximación se podría decir que por 1KW de demanda calorífica son necesarios 250kg de pellets anuales.

Para nuestro caso: $12,64 \times 250 \text{ kg} = 3160 \text{ kg}$

Se ha escogido un silo flexible de marca Ökofen , modelo Flexilo S190H, cuyas dimensiones son 197x197x195 y con una capacidad maxima de 3,2 toneladas.



Además necesitaremos un sistema de alimentación a la caldera, el cual se realizara mediante tornillo sinfín desde el silo hasta la caldera.



4.3. Cálculo de la chimenea de la caldera de biomasa.

El cálculo de la sección del conducto de evacuación de humos se va a calcular siguiendo las recomendaciones de Roca para el cálculo de chimeneas.

Se determina mediante la fórmula:

$$S = k \cdot P/h^{1/2}$$

S = Sección en cm²

P = Potencia de la caldera en kcal/h

h = Altura reducida en metros.

K = Coeficiente: 0,03 para sólidos. 0,02 para líquidos. 0,08 a 0,14 para calderas sobrepresionadas.

Por tratarse de una caldera de biomasa la elegida para la instalación de calefacción de la vivienda objeto del presente proyecto, se toma el valor de K = 0,03 por ser éste un combustible sólido.

La altura reducida de la chimenea se determinará mediante la fórmula:

$$h = H - (n \cdot 0.5 + L + p)$$

Siendo:

h = Altura reducida

H = Altura real

n = N° de codos

L = Longitud horizontal

p = resistencia caldera (2 mm hasta 160.000 kcal/h) (Este valor solo se considerará en el caso de tratarse de calderas con hogar de depresión, este mi es este caso).

Por tanto, sabiendo que las características de la tubería son:

n = 2 codos

L = Una longitud horizontal de conducto de 1,5 metros.

H = Una longitud vertical desde la caldera al tejado de 7.6 metros.

$$h = 7.6 - (2 \cdot 0.5 + 1.5) = 5.1$$

Sustituyendo:

$$S = 171.45 \text{ cm}^2$$

Como $S = (\pi D^2)/4 \Rightarrow D = 14.77 \text{ cm}$

El diámetro interior del conducto deberá ser como mínimo de 14.77 cm.

Se instalará un tubo de 150 mm diámetro interior para los conductos de evacuación de humos.

5. CÁLCULOS DE LA INSTALACIÓN GEOTÉRMICA

5.1 Selección de la bomba de calor geotérmica

Las necesidades energéticas, como se han calculado en el apartado anterior 2.4, ascienden a un total de 12,64 KW, por lo tanto elegiremos una bomba de calor que pueda proporcionar esa potencia.

La bomba seleccionada es de la marca VAILLANT modelo geoTHERM VWS 101/2. Esta tiene una potencia de 10.4 KW, con un COP de 4,2. Además incluye una resistencia eléctrica auxiliar que puede proporcionar 3 KW más en momentos puntuales, lo que nos da un total de 13,4 KW para momentos puntuales de máximo consumo.



Características del producto

- Producción de calefacción y A.C.S.
- Bomba de Calor con compresor Scroll, moderna y resistente
- Unidad de control del consumo de energía con sonda exterior y una pantalla amplia para la indicación de los gráficos
- Resistencia eléctrica auxiliar disponible con 2/4/6 kW según modelos
- Recirculador de primario
- Recirculador de secundario.
- Válvula de 3-vías para la producción de ACS
- Intercambiadores de placas de alta calidad en acero inoxidable

En el apartado de anexos se incluyen datos técnicos de dicha bomba.

5.2 Diseño del sistema de captación

El punto de partida para la elección del sistema es siempre la potencia del evaporador, es decir, el calor a captar del subsuelo o, en el caso de una aplicación de refrescamiento, el calor a aportar al mismo. Para nuestro caso será de calefacción más A.C.S., sin sistema de refrescamiento.

La decisión entre captadores horizontales y verticales viene determinada por las condiciones geológicas del emplazamiento, el espacio disponible y las características de la edificación.

Tanteamos la posibilidad de realizar una **captación horizontal**:

La vivienda unifamiliar dispone de un terreno total de unos 240 m², distribuida de forma que se observa en los planos.

$$S_{colector_geot\acute{e}rmico}[m^2] = \frac{P_{evaporador}[W]}{P_{espec\acute{i}fica_de_extracci\acute{o}n}[W/m^2]}$$

Características del suelo	Factor de tendido	Capacidad de absorción
Valor medio: suelo cohesivo con humedad residual	50 m ² /kW	20 W/m ²
Suelo seco no cohesivo	75 m ² /kW	13,5 W/m ²
Suelo cohesivo, húmedo	25 m ² /kW	40 W/m ²
Arena saturada con agua, grava	20 m ² /kW	40-50 W/m ²

A partir de los datos que aparecen en la memoria constructiva de la vivienda, donde nos dice que el subsuelo está formado por limos y margas, con un peso específico de 2100 kg/m³, consideraremos un terreno normal, con un rendimiento de 25 W/m². Por tanto con una potencia de evaporador de 10400 W, la superficie de captación necesaria es de:

$$10400W / 25W/m^2 = 416 m^2$$

Por tanto no disponemos de una superficie suficiente para realizar una captación horizontal.

Por tanto la solución que se adoptará será la de una **captación vertical**. Para ello debemos calcular la longitud de los sondeos o perforaciones:

$$L_{\text{Sondas}}[m] = \frac{P_{\text{evaporador}}[W]}{P_{\text{específica_de_extracción}}[W/m]}$$

Características del suelo	Rendimiento del subsuelo Potencia calorífica [m/kW]	Capacidad de absorción específica [W/M]
Sedimento seco	34	30
Sedimento normal saturado con agua	12,5	80
Valor medio, sedimento normal	20	50
Grava, arena seca	< 30	< 25
Grava, arena con contenido en agua	aprox. 10	65-80
Arcilla, limo, húmedos	aprox. 18	35-50
Piedra caliza	aprox. 12	55-70
Piedra arenisca	aprox. 10,5	65-80
Granito	aprox. 10	65-85
Basalto	aprox. 16	40-65
Gneis	aprox. 10	70-85

La potencia específica de extracción la tomaremos como un valor medio, ya que como se ha dicho el terreno se considera un sedimento normal, es decir de 50 W/m.

Por tanto la longitud del sondeo será:

$$10400W / 50W/m = 208m$$

Se realizarán **tres sondas de 70 m** de longitud, ya que no es recomendable realizar perforaciones de más de 100m de profundidad. La **distancia entre sondas** debe ser de al menos **5 metros** de separación, y de 3 m con respecto a los lindes del terreno. El **diámetro** de perforación será de aproximadamente **115-220 mm**.

Pamplona, Julio de 2010, el Ingeniero Industrial

Fdo.: Aitor Uriz Larrea



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO INDUSTRIAL

Título del proyecto:

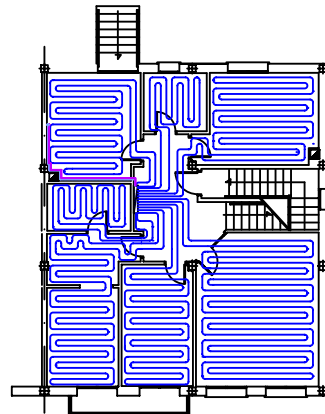
“SISTEMA DE CALEFACCIÓN PARA UNIFAMILIAR
MEDIANTE ENERGÍAS RENOVABLES (SOLAR, BIOMASA
Y GEOTÉRMICA)”

Documento 3: PLANOS

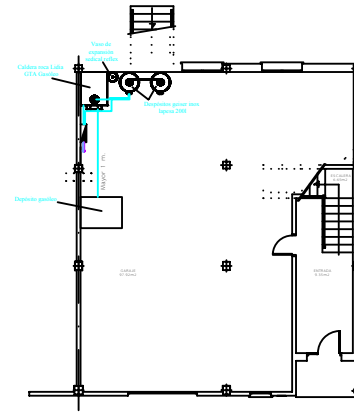
Aitor Úriz Larrea

Tutor: José Vicente Valdenebro

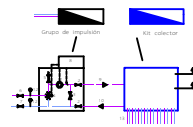
Pamplona, Julio de 2010



Planta Baja



Semisotano



Componente	Descripción
1	Grupo de impulsión
2	Kit colector
3	Wirsbo-eval PEX 32x2,9 VUELTA
4	Wirsbo-eval PEX 32x2,9 IDA
5	Tuberia de cobre 20mm
6	Wirsbo-evalPEX 16x2 Suelo Radiante

Wirsbo-eval
PEX 32x 2,9
VUELTA

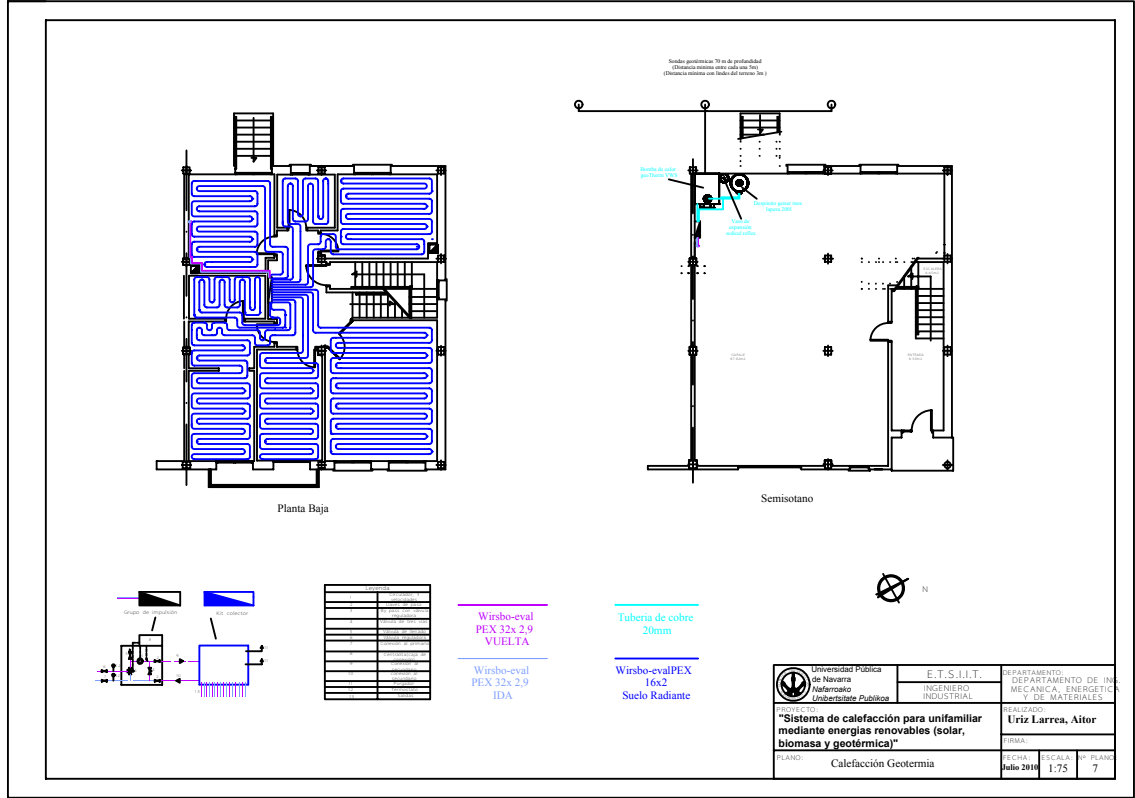
Wirsbo-eval
PEX 32x 2,9
IDA

Tuberia de cobre
20mm

Wirsbo-evalPEX
16x2
Suelo Radiante



	Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO INDUSTRIAL	DEPARTAMENTO DE INGENIERIA MECANICA, ENERGETICA Y DE MATERIALES
PROYECTO: "Sistema de calefacción para unifamiliar mediante energías renovables (solar, biomasa y geotérmica)"		REALIZADO: Uriz Larrea, Aitor	
		FIRMA:	
PLANO:	Calefacción Solar + Gasóleo	FECHA: Julio 2018	ESCALA: 1:75 Nº PLANO: 5






Wirsbo-eval
PEX 32x 2,9
IDA

Wirsbo-evalPEX
16x2
Suelo Radiante




 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO INDUSTRIAL	DEPARTAMENTO DE MECÁNICA DE FLUIDOS Y DE MATERIALES
	PROYECTO: "Sistema de calefacción para unifamiliar mediante energías renovables (solar, biomasa y geotérmica)"	REALIZADO: Uriz Larrea, Aitor
PLANO: Calefacción Biomasa	FECHA: Julio 2010	ESCALA: 1:75
		Nº PLANO: 6

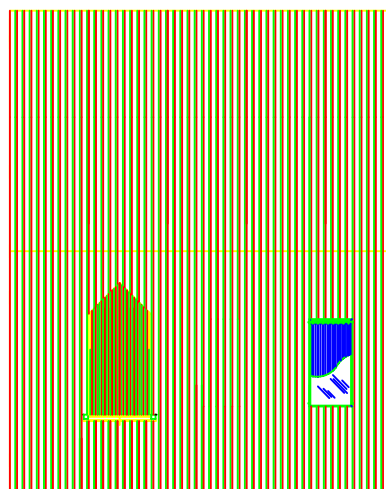


Av. Constitución



C/ San Antón

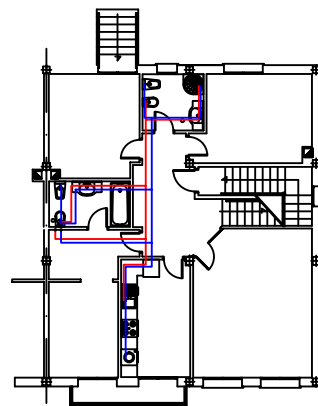
	Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DE MECÁNICA, ENERGÉTICA Y DE MATERIALES		
		INGENIERO INDUSTRIAL	REALIZADO: Uriz Larrea, Aitor		
PROYECTO: "Sistema de calefacción para unifamiliar mediante energías renovables (solar, biomasa y geotérmica)"			FIRMA:		
PLANO:	Alzados	FECHA:	ESCALA:	Nº PLANO:	
		Julio 2010	1:100	4	



COLECTOR SOLAR VIESSMANN
VITOSOL 100 W-2,5



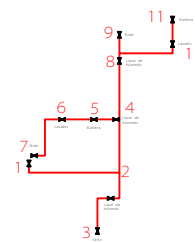
 Universidad Pública de Navarra <i>Nafarroako</i> <i>Unibertsitate Publikoa</i>	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE ING. MECÁNICA, ENERGÉTICA Y DE MATERIALES	
	INGENIERO INDUSTRIAL	REALIZADO: Uriz Larrea, Aitor	
PROYECTO: "Sistema de calefacción para unifamiliar mediante energías renovables (solar, biomasa y geotérmica)"		FIRMA:	
PLANO:	Cubierta con colector solar	FECHA: Julio 2010	ESCALA: 1:75
		Nº PLANO: 11	



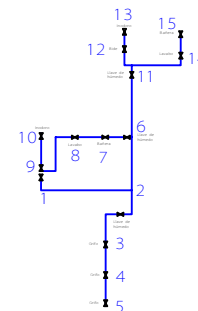
— Tubería agua caliente

— Tubería agua fría


● Toma a sótano



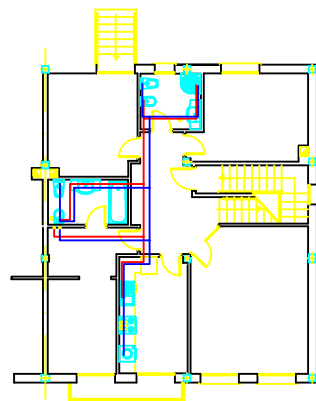
Instalación agua caliente		
Tramo	Cálculo	Ø (mm)
1-2	7	22
2-3	1	18
2-4	6	22
4-5	5	18
5-6	2	18
6-7	1	18
7-8	3	18
8-9	1	18
9-10	2	18
10-11	1	18



Instalación agua fría		
Tramo	Cálculo	Ø (mm)
1-2	1	18
2-3	1	18
3-4	1	18
4-5	1	18
5-6	1	18
6-7	1	18
7-8	1	18
8-9	1	18
9-10	1	18
10-11	1	18
11-12	1	18
12-13	1	18
13-14	1	18
14-15	1	18

 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO INDUSTRIAL	DEPARTAMENTO DE ING. MECÁNICA, ENERGÉTICA Y DE MATERIALES
		REALIZADO: Uriz Larrea, Aitor
PROYECTO: "Sistema de calefacción para unifamiliar mediante energías renovables (solar, biomasa y geotérmica)"		FIRMA:
PLANO: Agua fría - Agua caliente	FECHA: Julio 2010	ESCALA: 1:75 Nº PLANO: 8

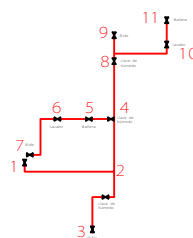




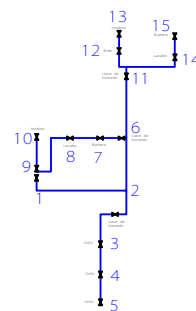
— Tubería agua caliente

— Tubería agua fría

● Toma a sotano



Tramo	Grupos	Ø (mm)
1-2	1	22
2-3	1	18
2-4	1	22
4-5	1	18
5-6	1	18
6-7	1	18
4-8	1	18
8-9	1	18
9-10	1	18
10-11	1	18




Tramo	Grupos	Ø (mm)
1-2	1	22
2-3	1	18
3-4	1	18
4-5	1	18
5-6	1	18
6-7	1	18
7-8	1	18
8-9	1	18
9-10	1	18
10-11	1	18
11-12	1	18
12-13	1	18
13-14	1	18
14-15	1	18

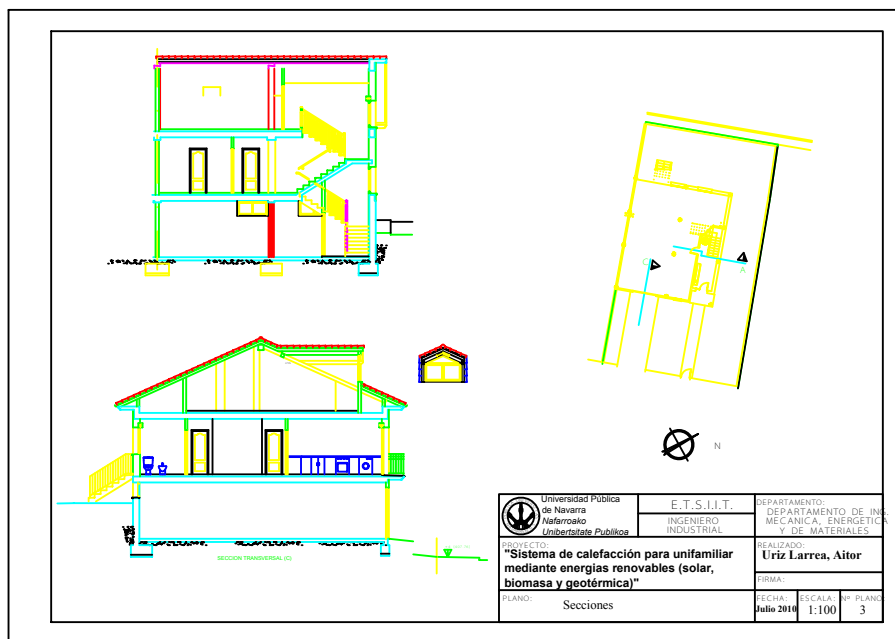
Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO INDUSTRIAL	DEPARTAMENTO DE ING. MECÁNICA, ENERGÉTICA Y DE MATERIALES
	TÍTULO Y OBJETO: "Sistema de calefacción para unifamiliar mediante energías renovables (solar, biomasa y geotérmica)"	REALIZADO: Uriz Larrea, Aitor
PLANO: Agua fría - Agua caliente	FIRMA: Julio 2014	ESCALA: 1:75 Nº PLANO: 8

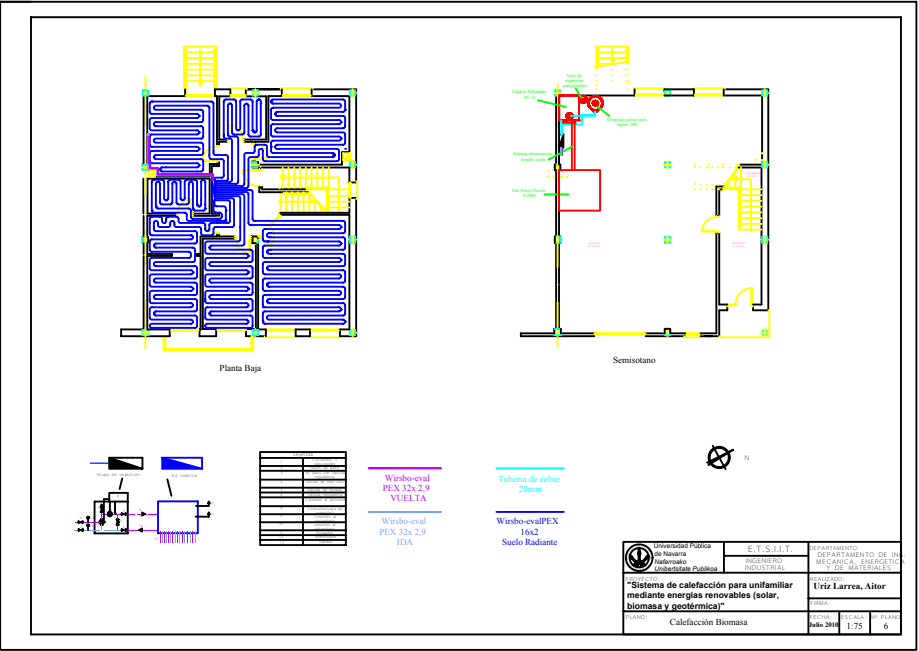


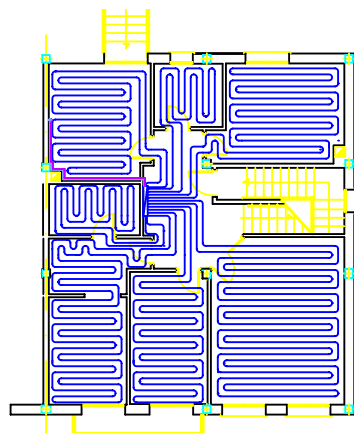
TOTAL	282.44 m2	313.88 m2
-------	-----------	-----------



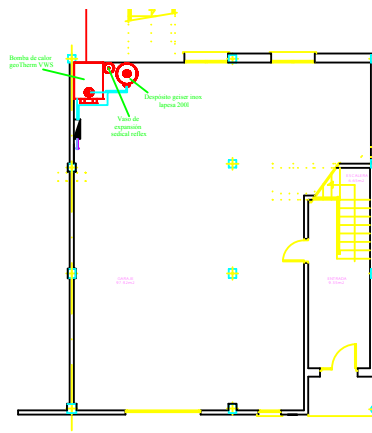
 Universidad Pública de Navarra <i>Nafarroako</i> <i>Unibertsitate Publikoa</i>	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE ING. MECANICA, ENERGETICA Y DE MATERIALES		
	INGENIERO INDUSTRIAL			
PROYECTO: "Sistema de calefacción para unifamiliar mediante energías renovables (solar, biomasa y geotérmica)"		REALIZADO: Uriz Larrea, Aitor		
		FIRMA:		
PLANO: Plantas		FECHA: Julio 2010	ESCALA: 1:100	Nº PLANO: 2



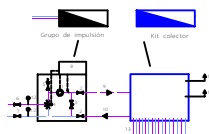




Planta Baja



Semisotano



LEYENDA	
1	Tubería de calefacción geotérmica
2	Tubería de calefacción geotérmica
3	Tubería de calefacción geotérmica
4	Tubería de calefacción geotérmica
5	Tubería de calefacción geotérmica
6	Tubería de calefacción geotérmica
7	Tubería de calefacción geotérmica
8	Tubería de calefacción geotérmica
9	Tubería de calefacción geotérmica
10	Tubería de calefacción geotérmica
11	Tubería de calefacción geotérmica
12	Tubería de calefacción geotérmica

Wirbo-eval
PEX 32x 2,9
VUELTA

Wirbo-eval
PEX 32x 2,9
IDA

Tubería de cobre
20mm

Wirbo-evalPEX
16x2
Suelo Radiante



 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T.		DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA, ENERGÉTICA Y DE MATERIALES
	INGENIERO INDUSTRIAL		
PROYECTO: "Sistema de calefacción para unifamiliar mediante energías renovables (solar, biomasa y geotérmica)"			REALIZADO: Uriz Larrea, Aitor
			FIRMA:
PLANO: Calefacción Geotermia			FECHA: Julio 2010
			ESCALA: 1:75
			Nº PLANO: 7





ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO INDUSTRIAL

Título del proyecto:

“SISTEMA DE CALEFACCIÓN PARA UNIFAMILIAR
MEDIANTE ENERGÍAS RENOVABLES (SOLAR, BIOMASA
Y GEOTÉRMICA)”

Documento 4: PLIEGO DE CONDICIONES

Aitor Úriz Larrea

Tutor: José Vicente Valdenebro

Pamplona, Julio de 2010

1. CAPITULO 1. CONDICIONES GENERALES.

- 1.1. Condiciones facultativas.
- 1.2. Condiciones económicas.
- 1.3. Condiciones legales.
 - 1.3.1. Recepción de obras.
 - 1.3.2. Cargos al contratista.
 - 1.3.3. Rescisión del contrato.
 - 1.3.4. Recepción de trabajos cuya contrata se hubiera rescindido.
- 1.4. Condiciones técnicas.

2. CAPITULO 2. EXIGENCIAS DE SEGURIDAD.

- 2.1. Generalidades.
- 2.2. Superficies de calefacción.
- 2.3. Válvulas de seguridad.
- 2.4. Dispositivos de seguridad.
- 2.5. Protección contra incendios.
- 2.6. Indicaciones de seguridad.

3. CAPITULO 3. EXIGENCIAS DE RENDIMIENTO Y AHORRO.

- 3.1. Generalidades.
- 3.2. Condiciones ambientales.
 - 3.2.1. Temperaturas de los locales.
 - 3.2.2. Humedad relativa de los locales.
- 3.3. Sala de máquinas.
 - 3.3.1. Idoneidad del combustible.
 - 3.3.2. Fraccionamiento de la potencia.
- 3.4. Aislamiento térmico.
- 3.5. Regulación.
- 3.6. Interrupción del servicio.
- 3.7. Agua caliente sanitaria.
 - 3.7.1. Contadores.
 - 3.7.2. Condiciones generales de producción.
 - 3.7.3. Limitaciones al consumo de agua.

4. CAPITULO 4. SALA DE MÁQUINAS.

- 4.1. Generalidades.
- 4.2. Instalación de la maquinaria.
- 4.3. Locales.
- 4.4. Ventilación.

5. CAPITULO 5. CHIMENEAS Y CONDUCCIONES DE HUMOS.

- 5.1. Generalidades.
- 5.2. Distancia de las salidas de humos a otras conducciones.
- 5.3. Concepción y diseño.
- 5.4. Dimensionamiento.
- 5.5. Construcción.

6. CAPITULO 6. PRESCRIPCIONES GENERALES DE LA INSTALACIÓN.

- 6.1. Generalidades.
- 6.2. Conexiones a aparatos.
- 6.3. Canalizaciones.
 - 6.3.1. Normas generales.
 - 6.3.2. Curvas.
 - 6.3.3. Alineaciones.
 - 6.3.4. Pendientes.
 - 6.3.5. Anclajes y suspensiones.
 - 6.3.6. Pasos por humos, tabiques, forjados, etc...
 - 6.3.7. Uniones.
 - 6.3.8. Tuberías ocultas.
 - 6.3.9. Purgas.
 - 6.3.10. Filtros.
 - 6.3.11. Relación con otros servicios.
 - 6.3.12. Válvulas.
 - 6.3.13. Bombas de circulación.
 - 6.3.14. Elementos de regulación y control.
 - 6.3.15. Alimentación y vaciado.
 - 6.3.16. Depósito de expansión.

7. CAPITULO 7. AISLAMIENTO TÉRMICO DE LAS INSTALACIONES.

- 7.1. Generalidades.
- 7.2. Materiales.
- 7.3. Colocación.
- 7.4. Aislamiento térmico de tuberías y accesorios.

8. CAPITULO 8. RECEPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.

- 8.1. Generalidades.
 - 8.1.1. Pruebas parciales.
 - 8.1.2. Pruebas finales.
 - 8.1.3. Recepción provisional.
 - 8.1.4. Recepción definitiva.
- 8.2. Pruebas finales.
 - 8.2.1. Pruebas específicas.
 - 8.2.2. Pruebas globales.
- 8.3. Recepción provisional.
 - 8.3.1. Documentación de recepción.
 - 8.3.2. Responsabilidad.

9. CAPITULO 9. PUESTA EN FUNCIONAMIENTO.

- 9.1. Generalidades.
- 9.2. Inspecciones.
- 9.3. Sanciones.
- 9.4. Suministro de energía.

10. CAPITULO 10. MANTENIMIENTO.

- 10.1. Generalidades
- 10.2. Manual de instrucciones y normas de seguridad.
- 10.3. Operaciones de mantenimiento.
- 10.4. Límites.
- 10.5. Sanciones.
- 10.6. Inspecciones periódicas.

11. CAPITULO 11. NORMATIVAS EMPLEADAS PARA EL CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y ACS.

PLIEGO DE CONDICIONES DEL SUELO RADIANTE.....49

1. CONDICIONES GENERALES DE LA INSTALACIÓN.

- 1.1. Objeto.
- 1.2. Aplicación.
- 1.3. Normativa y reglamentación.

2. EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.

- 2.1. Contraindicaciones y omisiones del proyecto.
- 2.2. Confrontación de planos y medidas.
- 2.3. Programa de trabajo.
- 2.4. Replanteo de las obras.
- 2.5. Acta de replanteo.
- 2.6. Iniciación y prosecución de las obras.
- 2.7. Responsabilidades del replanteo.
- 2.8. Gastos de material y personal de replanteo.

3. MEDICIONES Y ABONADOS.

- 3.1. Ensayos.
- 3.2. Mediciones y abonos de las obras terminadas.
- 3.3. Abono de las obras defectuosas pero aceptables.
- 3.4. Abono de las obras incompletas.
- 3.5. Abono de las obras accesorias.
- 3.6. Modificaciones y alteraciones del proyecto.
- 3.7. Vicios y defectos de construcción.

- 3.8. Materiales sobrantes.
- 3.9. Reclamaciones.

4. CONSIDERACIONES GENERALES.

- 4.1. Subcontratos.
- 4.2. Personal del contratista.
- 4.3. Libro de obra.
- 4.4. Plazo de ejecución de las obras.
- 4.5. Permisos y Licencias.
- 4.6. Responsabilidades del contratista durante la ejecución de las obras.
- 4.7. Recepción provisional.
- 4.8. Sanciones.
 - 4.8.1. Por plazo de ejecución de las obras.
 - 4.8.2. Por incumplimiento de los resultados de la instalación.
- 4.9. Planos definitivos de la obra.
- 4.10. Plazo garantía.
- 4.11. Recepción definitiva.

5. PRESCRIPCIONES GENERALES DE LA INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN.

- 5.1. Exigencias de rendimiento y ahorro de energía.
 - 5.1.1. Generalidades.
 - 5.1.2. Condiciones ambientales.
 - 5.1.3. Aislamiento térmico.
 - 5.1.4. Regulación.
 - 5.1.5. Instalaciones en las viviendas.
 - 5.1.6. Interrupción del servicio.
- 5.2. Recepción de las instalaciones.
 - 5.2.1. Generalidades.
 - 5.2.2. Pruebas finales.
 - 5.2.3. Pruebas globales.
 - 5.2.4. Recepción provisional.

PLIEGO DE CONDICIONES DE LA INSTALACIÓN DE ENERGÍA SOLAR....65

1. CONDICIONES GENERALES DE LA INSTALACIÓN.

- 1.1. Condiciones generales.
 - 1.1.1. Fluido de trabajo.
 - 1.1.2. Protección contra heladas.
 - 1.1.3. Sobrecalentamientos.
 - 1.1.3.1. Protección contra sobrecalentamientos.
 - 1.1.3.2. Protección contra quemaduras.
 - 1.1.3.3. Protección de materiales con altas temperaturas.
 - 1.1.4. Resistencia a presión.
 - 1.1.5. Prevención de flujo inverso.

2. CRITERIOS GENERALES DE CÁLCULOS.

- 2.1. Dimensionado básico.
- 2.2. Sistema de captación.
 - 2.2.1. Generalidades.
 - 2.2.2. Conexionado.
 - 2.2.3. Estructura soporte.
- 2.3. Sistema de acumulación solar.
 - 2.3.1. Generalidades.
 - 2.3.2. Situación de las conexiones.
- 2.4. Circuito hidráulico.
 - 2.4.1. Generalidades.
 - 2.4.2. Tuberías.
 - 2.4.3. Bombas.
 - 2.4.4. Vasos de expansión.
 - 2.4.5. Purga de aire.
 - 2.4.6. Drenaje.
- 2.5. Sistema de energía convencional auxiliar.
- 2.6. Sistema de control.
- 2.7. Sistema de medida.

3. COMPONENTES.

- 3.1. Captadores solares.
- 3.2. Acumuladores.
- 3.3. Bombas de circulación.
- 3.4. Tuberías.
- 3.5. Válvulas.
- 3.6. Vasos de expansión.
 - 3.6.1. Vasos de expansión abiertos.
 - 3.6.2. Vasos de expansión cerrados.
- 3.7. Purgadores.
- 3.8. Sistema de llenado.
- 3.9. Sistema eléctrico y de control.

4. MANTENIMIENTO.

- 4.1. Plan de vigilancia.
- 4.2. Plan de mantenimiento.

PLIEGO DE CONDICIONES DE LA INSTALACIÓN DE BIOMASA.....85

1. GENERALIDADES.

- 1.1. Ámbito de aplicación
- 1.2. Medición y valoración
- 1.3. Materiales y aparatos
- 1.4. Seguridad e higiene en el trabajo.
- 1.5. Responsabilidades.
- 1.6. Normas.

2. CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES.

- 2.1. Procedencia y condiciones de los materiales.
- 2.2. Calderas.
- 2.3. Quemadores.
- 2.4. Aislamiento térmico.
- 2.5. Regulación y control.
- 2.6. Reconocimiento de los materiales.

3. EJECUCIÓN Y CONTROL DE INSTALACION.

- 3.1. Técnico encargado de la instalación.
- 3.2. Condiciones de la mano de obra.
 - 3.2.1. Sanitarias
 - 3.2.2. Profesionales.
 - 3.2.3. Asistenciales.
- 3.3. Normas generales de ejecución.
- 3.4. Calderas.
- 3.5. Recepción de los materiales.

PLIEGO DE CONDICIONES DE LA INSTALACIÓN GEOTÉRMICA.....90

1. GENERALIDADES.

- 1.1. Ámbito de aplicación
- 1.2. Medición y valoración
- 1.3. Materiales y aparatos
- 1.4. Seguridad e higiene en el trabajo.
- 1.5. Responsabilidades.
- 1.6. Normas.

2. CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES.

- 2.1. Procedencia y condiciones de los materiales.
- 2.2. Bomba de calor.
- 2.4. Sonda térmica.
- 2.5. Regulación y control.
- 2.6. Reconocimiento de los materiales.

3. EJECUCIÓN Y CONTROL DE INSTALACION.

- 3.1. Técnico encargado de la instalación.
- 3.2. Condiciones de la mano de obra.
 - 3.2.1. Sanitarias
 - 3.2.2. Profesionales.
 - 3.2.3. Asistenciales.
- 3.3. Normas generales de ejecución.
- 3.4. Sonda térmica.
- 3.5. Recepción de los materiales.

CAPITULO 1. CONDICIONES GENERALES

Este documento tiene por finalidad el establecer las condiciones técnicas, generales, económicas y legales en que ha de basarse la contratación de los trabajos a realizar para llevar a buen fin la instalación objeto de este proyecto.

1.1. CONDICIONES FACULTATIVAS.

Es obligación de la contrata, el ejecutar cuanto sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras, aún cuando no se halle expresamente estipulado en los pliegos de condiciones, siempre que, sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo disponga el ingeniero director y dentro de los límites de posibilidades que los presupuestos determinen para cada unidad de obra y tipo de ejecución.

Las reclamaciones que el contratista quiera hacer contra las órdenes emanadas del ingeniero director, sólo podrán presentarlas a través del mismo ante la propiedad, si ellas son de orden económico y de acuerdo con las condiciones estipuladas en los pliegos de condiciones correspondientes, contra disposiciones de orden técnico o facultativo del ingeniero director, no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el contratista salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno, mediante exposición razonada, dirigida al ingeniero director, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo que, en todo caso, será obligatorio para este tipo de reclamaciones.

Por falta en el cumplimiento de las Instrucciones de los ingenieros o a sus subalternos de cualquier clase, encargados de la vigilancia de las obras, por manifiesta incapacidad o por actos que comprometan y perturben la marcha de los trabajos, el contratista tendrá obligación de sustituir a sus dependientes y operarios, cuando el ingeniero director lo reclame.

Obligatoriamente y por escrito, deberá el contratista dar cuenta al ingeniero director del comienzo de los trabajos, antes de transcurrir veinticuatro horas de su iniciación.

El contratista, como es natural, debe emplear los materiales y mano de obra que cumplan las condiciones exigidas en las condiciones generales de índole técnica del Pliego general de condiciones de la edificación y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados, de acuerdo con lo especificado también en dicho documento. Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción definitiva de la instalación, el contratista es el único responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que, en éstos, puedan existir, por su mala ejecución o por la deficiente calidad de los materiales empleados o aparatos colocados, sin que pueda servirle de excusa ni le otorgue derecho alguno la circunstancia de que el ingeniero director o sus subalternos no le haya llamado la atención sobre el particular, ni tampoco el hecho de que hayan sido valoradas en las certificaciones parciales de la obra que siempre se supone que se extienden y abonan a buena cuenta.

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el ingeniero director o su representante en la obra adviertan vicios o defectos en los trabajos ejecutados, o que los materiales empleados, o que los aparatos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos, o finalizados estos y

antes de verificarse la recepción definitiva de la obra, podrán disponer que las partes defectuosas sean demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado y todo ello a expensas de la contrata.

Si el ingeniero director tuviese fundadas razones para creer en la existencia de defectos ocultos en las obras ejecutadas, ordenará efectuar, en cualquier tiempo y antes de la recepción definitiva, las demoliciones que crea necesarias para reconocer los trabajos que suponga defectuosos.

Los gastos de demolición y reconstrucción que se ocasionen, serán de cuenta del contratista, siempre que los vicios existan realmente, y, en caso contrario, correrán a cargo del propietario.

No se procederá al empleo y colocación de los materiales y de los aparatos sin que antes sean examinados y aceptados por el ingeniero director, en los términos que prescriben los pliegos de condiciones, depositando al efecto, el contratista, las muestras y modelos necesarios, previamente contrasignados, para efectuar con ellos las comprobaciones, ensayos o pruebas preceptuadas en el pliego de condiciones, vigente en la obra.

Los gastos que ocasionen los ensayos, análisis, pruebas, etc., antes indicados, serán de cargo del contratista.

Cuando los materiales o aparatos no fueran de calidad requerida o no estuvieren perfectamente preparados, el ingeniero director dará orden al contratista para que los reemplace por otros que se ajusten a las condiciones requeridas por los pliegos o, a falta de éstos, a las órdenes del ingeniero director.

Serán de cuenta y riesgo del contratista, los andamios, cimbras, máquinas y demás medios auxiliares que para la debida marcha y ejecución de los trabajos se necesiten, no cabiendo, por tanto, al propietario responsabilidad alguna por cualquier avería o accidente personal que pueda ocurrir en las obras por insuficiencia de dichos medios auxiliares.

La recepción de la instalación tendrá como objeto el comprobar que la misma cumple las prescripciones de la reglamentación vigente y las especificaciones de las instrucciones técnicas, así como realizar una puesta en marcha correcta y comprobar, mediante los ensayos que sean requeridos, las prestaciones de contabilidad, exigencias de uso racional de la energía, contaminación ambiental, seguridad y calidad que son exigidas.

Todas y cada una de las pruebas se realizarán en presencia del director de obra de la instalación, el cual dará fe de los resultados por escrito.

A lo largo de la ejecución deberá haberse hecho pruebas parciales, controles de recepción, etc., de todos los elementos que haya indicado el director de obra. Particularmente todas las uniones o tramos de tuberías, conductos o elementos que por necesidades de la obra vayan a quedarse ocultos, deberán ser expuestos para su inspección o expresamente aprobados, antes de cubrirlos o colocar las protecciones requeridas.

Terminada la instalación, será sometida por partes o en su conjunto a las pruebas que se indican, sin perjuicio de aquellas otras que solicite el director de la obra.

Una vez realizadas las pruebas finales con resultados satisfactorios para el director de obra, se procederá, al acto de recepción provisional de la instalación. Con este acto se dará por finalizado el montaje de la instalación.

Transcurrido el plazo contractual de garantía, en ausencia de averías o defectos de funcionamiento durante el mismo, o habiendo sido estos convenientemente subsanados, la recepción provisional adquirirá carácter de recepción definitiva, sin realización de nuevas pruebas, salvo que por parte de la propiedad haya cursado aviso en contra antes de finalizar el periodo de garantía establecido.

Es condición previa para la realización de las pruebas finales que la instalación se encuentre totalmente terminada de acuerdo con las especificaciones del proyecto, así como que haya sido previamente equilibrada y puesta a punto y se hayan cumplido las exigencias previas que haya establecido el director de obra tales como limpieza, suministro de energía, etc.

Como mínimo deberán realizarse las pruebas específicas que se indican referentes a las exigencias de seguridad y uso racional de la energía. A continuación se realizarán las pruebas globales del conjunto de la instalación.

Además de todas las facultades particulares, que corresponden al ingeniero director, es misión específica suya la dirección y vigilancia de los trabajos que en las obras se realicen, bien por sí o por medio de sus representantes técnicos y ello con autoridad técnica legal, completa e indiscutible, incluso en todo lo no previsto, sobre las personas y cosas situadas en la obra y relación con los trabajos que, para la ejecución de las instalaciones u obras anejas, se lleven a cabo, pudiendo incluso, pero con causa justificada, recusar al Instalador, si considera que, el adoptar esta resolución es útil y necesaria para la debida marcha de la obra.

1.2. CONDICIONES ECONÓMICAS.

Como base fundamental de estas “Condiciones generales de índole económica”, se establece el principio de que el contratista debe percibir el importe de todos los trabajos ejecutados, siempre que estos se hayan realizado con arreglo y sujeción al proyecto y condiciones generales particulares que rijan la construcción del edificio y obra aneja contratada.

Si el contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para utilizar la obra en las condiciones contratadas, el ingeniero director, en nombre y representación del propietario, las ordenará ejecutar a un tercero, o directamente por administración, sin perjuicio de las acciones legales a que tenga derecho el propietario.

Los precios de unidades de obra, así como los de los materiales o de mano de obra de trabajos, que no figuren entre los contratados, se fijarán contradictoriamente entre el ingeniero director y el contratista o su representante autorizado a estos efectos. El contratista los presentará descompuestos, siendo condición necesaria la presentación y la aprobación de estos precios, antes de proceder a la ejecución de las unidades de obra correspondientes.

Si el contratista, antes de la firma del contrato, no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá, bajo ningún pretexto de error u omisión, reclamar el aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirve de base para la ejecución de las obras.

Tampoco se le admitirá reclamación de ninguna especie fundada en indicaciones que, sobre las obras, se hagan en la memoria, por no ser este documento el que sirva de base a la contrata. Las equivocaciones materiales o errores aritméticos en las cantidades de obra en su importe, se corregirán en cualquier época que se observen, pero no se tendrán en cuenta a la hora de rescisión de contrato, sino en el caso e que el ingeniero director o el contratista los hubieran hecho notar dentro del plazo de cuatro meses contados desde la fecha de adjudicación. Las equivocaciones materiales no alterarán la baja proporcional hecha en la contrata, respecto del importe del presupuesto que ha de servir de base a la misma, pues esta baja se fijará siempre por la relación entre las cifras de dicho presupuesto, antes de las correcciones y de la cantidad ofrecida.

El contratista deberá percibir el importe de todas aquellas unidades de obra que haya ejecutado, con arreglo a sujeción a los documentos del proyecto, a las condiciones de la contrata y a las órdenes e instrucciones que, por escrito, entregue el ingeniero director, y siempre dentro de las cifras a que asciendan los presupuestos aprobados.

Tanto en las certificaciones como en la liquidación final, las obras serán, en todo caso, abonadas a los precios que para cada unidad de obra figuren en la oferta aceptada, a los precios contradictorios fijados en el transcurso de las obras, de acuerdo con lo previsto en el presente “Pliego de Condiciones Generales de índole económica” a estos efectos, así como respecto a las partidas alzadas y obras accesorias y complementarias.

En ningún caso, el número de unidades que se consigue en el proyecto o en el presupuesto podrá servir de fundamento para reclamaciones de ninguna especie.

En ningún caso podrá el contratista, alegando retraso en los pagos, suspender trabajos ni ejecutarlos a menor ritmo que el que les corresponda, con arreglo al plazo en que deban tramitarse.

No se admitirán mejoras de obra, más que en el caso en el que el ingeniero director haya ordenado por escrito la ejecución de trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como la de los materiales y aparatos previstos en el contrato.

Tampoco se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, salvo caso de error en las mediciones del proyecto, a menos que el ingeniero director ordene, también por escrito, la ampliación de las contratadas.

El contratista estará obligado a asegurar la instalación contratada, durante todo el tiempo que dure su ejecución, hasta la recepción definitiva, la cuantía del seguro coincidirá en cada momento, con el valor que tengan, por contrata, los objetos que tengan asegurados.

Si el contratista, siendo su obligación, no atiende a la conservación de la instalación durante el plazo de garantía, en el caso en el que el edificio no haya sido

ocupado por el propietario, procederá a disponer de todo lo que sea preciso que se atienda al mantenimiento, limpieza y todo lo que fuera menester para su buena conservación, abonándose todo ello por cuenta de la contrata.

El ingeniero director se niega, de antemano, al arbitraje de precios, después de ejecutada la obra, en el supuesto que los precios base contratados no sean puestos en su conocimiento previamente a la ejecución de la obra.

1.3. CONDICIONES LEGALES.

1.3.1. Recepción de obras

Una vez terminadas las obras y hallándose estas aparentemente en las condiciones exigidas, se procederá su recepción provisional dentro del mes siguiente a su finalización.

Al acto de recepción concurrirán un representante autorizado por la propiedad contratante, el Facultativo encargado de la Dirección de la Obra y el contratista, levantándose el acta correspondiente.

En caso de que las obras no se hallen en estado de ser recibidas se hará constar así en el acta y se darán las instrucciones precisas y detalladas por el Facultativo al contratista con el fin de remediar los defectos observados, fijándole plazo para efectuarlo, expirado el cual se hará un nuevo reconocimiento para la recepción provisional de las obras. Si la contrata no hubiese cumplido se declarará resuelto el contrato con pérdida de fianza por no acatar la obra en el plazo estipulado, a no ser que la propiedad crea procedente fijar un nuevo plazo prorrogable.

El plazo de la garantía comenzará a contarse a partir de la fecha de la recepción provisional de la obra.

Al realizarse la recepción provisional de las obras deberá presentarse el contratista las pertinentes autorizaciones de los organismos oficiales de la provincia para el uso y puesta en servicio de las instalaciones que así lo requieran. No se efectuará esa recepción provisional de las obras, ni, como es lógico, la definitiva, si no se cumple este requisito.

Dentro del mes siguiente al cumplimiento del plazo de garantía, se procederá a la recepción definitiva de las obras.

Si las obras se encontrasen en las condiciones debidas, se recibirán con carácter definitivo, levantándose el acta correspondiente, quedando por dicho acto el contratista relevado de toda responsabilidad, salvo la que pudiera derivarse por vicios ocultos de la construcción, debido al incumplimiento doloso del contrato.

Sin perjuicio de las garantías que expresamente se detallan en el pliego de cláusulas administrativas, el contratista garantiza en general todas las obras que ejecute, así como los materiales empleados en ellas y su buena manipulación.

El plazo de garantía será de un año, y durante este periodo el contratista corregirá los defectos observados, eliminará las obras rechazadas y reparará las averías que por dicha causa se produzcan, todo ello por su cuenta y sin derecho a indemnización alguna, ejecutándose en caso de resistencia dichas obras por la propiedad con cargo a la fianza.

El contratista garantiza la propiedad contra toda reclamación de tercera persona, derivada del incumplimiento de sus obligaciones económicas o disposiciones legales relacionadas con la obra. Una vez aprobada la recepción y liquidación definitiva de las obras, la propiedad tomará acuerdo respecto a la fianza depositada por el contratista.

Tras la recepción definitiva de la obra, el contratista quedará relevado de toda responsabilidad salvo lo referente a los vicios ocultos de la construcción debidos al incumplimiento doloso del contrato por parte del empresario, de los cuales responderá en el término de 15 años. Transcurrido este plazo quedará totalmente extinguida la responsabilidad.

Con carácter previo a la ejecución de las unidades de obra, los materiales habrán de ser reconocidos y aprobados por la Dirección Facultativa. Si se hubiese efectuado su manipulación o colocación sin obtener dicha conformidad, deberán ser retirados todos aquellos que la citada dirección rechaza, dentro de un plazo de 30 días.

El contratista presentará oportunamente muestras de cada clase de material para su aprobación por la dirección facultativa, las cuales conservará para efectuar en su día comparación o cotejo con los que se empleen en la obra.

Siempre que la Dirección Facultativa lo estime necesario, serán efectuadas por cuenta de la contrata las pruebas o análisis que permitan apreciar las condiciones de los materiales a emplear.

1.3.2. Cargos al contratista

El contratista, de acuerdo con la Dirección Facultativa, entregará en el acto de la recepción provisional los planos de todas las instalaciones ejecutadas en la obra, con las modificaciones o estado definitivo en que hayan quedado.

El contratista se compromete igualmente a entregar las autorizaciones que preceptivamente tienen que expedir las direcciones provinciales de industria, sanidad, etc., y autoridades locales, para la puesta en servicio de las referidas instalaciones.

Son también de cuenta del contratista todos los arbitrios, licencias municipales, vallas, alumbrado, multas, etc., que ocasionen las obras desde su inicio hasta su total terminación.

.El contratista durante el año que medie entre la recepción provisional y la definitiva, será el conservador del edificio, donde tendrá el personal suficiente para atender a todas las averías y reparaciones que puedan presentarse, aunque el establecimiento fuese ocupado o utilizado por la propiedad antes de la recepción definitiva.

Para todo aquello no detallado expresamente en los artículos anteriores, y en especial sobre las condiciones que deberán reunir los materiales que se empleen en obra, así como la ejecución de cada unidad de obra y las normas para su medición y valoración, regirá el Pliego de Condiciones Técnicas de la Dirección General de Arquitectura de 1960.

Se cumplimentarán todas las normas de la presidencia del Gobierno y Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo vigentes y las sucesivas que se publiquen en el transcurso de las obras.

1.3.3. Rescisión de contrato

Son causas de rescisión de contrato las siguientes:

- a) La muerte o incapacidad del contratista.
- b) La quiebra del contratista.
- c) Las alteraciones del contrato por las causas siguientes:
 - Modificación del Proyecto de tal forma que represente alteraciones fundamentales del mismo a juicio de la Dirección Facultativa, y en cualquier caso siempre que la variación del presupuesto de contrata, como consecuencia de éstas modificaciones represente en más o menos el 25% como mínimo del importe total.
 - La modificación de unidades de obra, siempre que estas modificaciones representen variaciones en más o menos del 40% como mínimo de algunas de las unidades que figuran en

las mediciones del Proyecto, o más de un 50% de unidades del Proyecto modificado.

- d) La suspensión de obra comenzada, siempre que el plazo de suspensión haya excedido de 6 meses.
- e) La suspensión de obra comenzada y en todo caso, siempre que por causas ajenas a la contrata no dé comienzo a la obra dentro del plazo a 90 días a partir de la adjudicación, en este caso la devolución de la fianza será automática.
- f) La inobservancia del plan cronológico de la obra, y en especial, el plazo de ejecución y terminación total de la obra.
- g) El incumplimiento de las cláusulas contractuales en cualquier medida, extensión o modalidad siempre que, a juicio de la Dirección Técnica sea por descuido inexcusable o mala fe manifiesta.
- h) La mala fe en la ejecución en los trabajos.

1.3.4. Recepción de trabajos cuya contrata se hubiera rescindido

Se distinguen dos tipos de trabajos: los que hayan finalizado por completo y los incompletos.

Para los primeros existirán dos recepciones, provisional y definitiva, de acuerdo con todo lo estipulado en los artículos anteriores.

Para los segundos, sea cual fuera el estado de adelanto en que se encuentran, sólo se efectuará una única y definitiva recepción y a la mayor brevedad posible.

1.4. CONDICIONES TÉCNICAS.

Todos los materiales a emplear en la presente obra serán de primera calidad y reunirán las condiciones exigidas en las condiciones generales de índole técnica prevista en el Pliego de Condiciones de Edificación de 1960 y demás disposiciones vigentes referentes a materiales y prototipos de construcción.

Todos los materiales a que este capítulo se refiere podrán ser sometidos a los análisis o pruebas, por cuenta de la contrata, que sean necesarios para acreditar su calidad. Cualquier otro que haya sido especificado y sea necesario emplear deberá ser aprobado por la Dirección de Obras, bien entendido que será rechazado el que no reúna las condiciones exigidas por la buena práctica de la construcción.

Los materiales no consignados en Proyecto que dieran lugar a precios contradictorios reunirán las condiciones de bondad necesarias, a juicio de la Dirección Facultativa, no teniendo el contratista derecho a reclamación alguna por estas condiciones exigidas.

Todos los trabajos incluidos en el presente Proyecto se ejecutarán esmeradamente, con arreglo a las buenas prácticas de la construcción, de acuerdo con las condiciones establecidas en el Pliego de Condiciones, y cumpliendo estrictamente las instrucciones recibidas por la Dirección Facultativa, no pudiendo, por tanto,

servir de pretexto al contratista la baja subasta, para variar esa esmerada ejecución ni la primerísima calidad de las instalaciones proyectadas en cuanto a sus materiales y manos de obra, ni pretender proyectos adicionales.

CAPITULO 2. EXIGENCIAS DE SEGURIDAD.

2.1. Generalidades.

De acuerdo con el Reglamento e Instrucciones Técnicas de las instalaciones de Calefacción, Climatización y Agua corriente Sanitaria, en la IT.IC.03 referente a las exigencias de seguridad, deberá ser cuidadosamente respetadas. Tanto en lo que se refiere a aparatos e instalaciones, como el cálculo y concepción de los elementos de seguridad tales como vasos de expansión y las válvulas de seguridad.

Además de aquellas exigencias que se especifiquen en cada Instrucción Técnica y de las señaladas a continuación, las calderas de vapor y demás aparatos y equipos a presión deberán cumplir las prescripciones de seguridad a que estén obligados por la legislación vigente.

Asimismo las instalaciones de combustible cumplirán los requisitos y exigencias de seguridad particulares que por razón de tales les sean exigidos por los reglamentos en vigor.

2.2. Superficies de calefacción.

Cualquiera que sea el tipo de calefacción, queda prohibido que las superficies calefactores accesibles normalmente al usuario tengan una temperatura superior a 90°C, sin que estén protegidas contra contactos ocasionales.

Las partes móviles de los elementos situados en las habitaciones estarán protegidas para evitar accesibilidad involuntaria por parte de los usuarios.

Cuando los aparatos fijos realicen la combustión en el interior de un local habitado, tendrán una salida de gases al exterior.

2.3. Válvulas de seguridad.

Las calderas con vaso de expansión cerrado, equipos de producción de agua caliente sanitaria y en general, los circuitos de las instalaciones que no estén en contacto directo con la atmósfera, llevarán una válvula de seguridad que por descarga impidan que se creen sobrepresiones superiores a las de trabajo.

Igualmente es exigible esta válvula o tubo de seguridad en circuitos con expansión abierta cuando la presión hidrostática sobre calderas sea igual o superior a 35 m.c.a.

No es exigible la instalación de válvula de seguridad contra sobrepresiones, en los calentadores instantáneos de gas en los que existen unos dispositivos que impidan el funcionamiento del quemador cuando no haya circulación a través de aquellos.

Según la instrucción técnica complementaria MIE-AP-1 Reglamentos de Aparatos a Presión en las que se especifica las características de las válvulas a seguridad de alivio para instalaciones de circuito cerrado. Este reglamento exige una inspección a los cinco años, que en el caso de las válvulas de seguridad consistirá en:

- Las válvulas se desmontarán totalmente para comprobar que sus distintos elementos no presenten anomalías, y que en su parte interior esté limpio de acumulaciones de moho, incrustaciones o sustancias extrañas. Posteriormente se probarán estas válvulas con la caldera en funcionamiento y se verificará su disparo a la presión de precinto.’

2.4. Dispositivos de seguridad.

La caldera llevará al menos dos termostatos que impidan que en ellas se creen temperaturas superiores a las de trabajo. Uno de los termostatos podrá servir de regulación al quemador y podrá ser de rearme automático. El otro, que deberá estar tarado a una temperatura ligeramente superior, será de rearme manual.

En cualquier caso la instalación dispondrá de los dispositivos de seguridad necesarios que la protejan de incrementos de temperatura o presión, por encima de los de diseño, ante una parada accidental de las bombas de circulación, fallo del suministro eléctrico o en el agua de alimentación.

2.5. Protección contra incendios.

En el proyecto y ejecución de las instalaciones se cumplirán además de las prescripciones generales establecidas en el Reglamento e Instrucciones Técnicas de las instalaciones de calefacción, climatización y agua caliente sanitaria, las disposiciones específicas de prevención, protección y lucha contra los incendios de ámbito nacional local que les sean de aplicación.

En la instrucción técnica IC-022 se especifican las revisiones periódicas requeridas a realizar en los sistemas instalados, con el fin de mantenerlos en las adecuadas condiciones de servicio.

En la sala de calderas en las que se utilicen combustibles sólidos, líquidos o gaseosos, deben disponer de al menos, dos extintores manuales por caldera. Uno será de CO₂ o polvo seco polivalente con una capacidad mínima de 5 Kg y 6 Kg respectivamente, y el otro de agua presurizada de 10l de capacidad mínima.

2.6. INDICACIONES DE SEGURIDAD.

En el interior y exterior de la sala de máquinas figurará un cartel con las siguientes indicaciones:

- Instrucciones claras y precisas para paro de la instalación, en caso de emergencia.
- Nombre, dirección y teléfono de la persona o entidad encargada de su mantenimiento.
- Dirección y teléfono del servicio de bomberos más próximo.

CAPITULO 3: EXIGENCIAS DE RENDIMIENTO Y AHORRO.

3.1. GENERALIDADES.

Las posibilidades de utilización eficaz de la energía dependen en gran parte del tipo de instalación que se proyecte y del sistema de regulación de que esté equipada, de las condiciones climáticas, de las características térmicas del edificio y del tipo de ocupación del mismo.

Para ello deberá elegirse adecuadamente el sistema de calefacción o climatización y respetar las Instrucciones Técnicas en todos sus aspectos, especialmente en los que inciden en el consumo de energía, fraccionamiento de potencia, flexibilidad del servicio de la instalación, anulación del servicio en zonas o edificios no habitados, aislamiento térmico...

3.2. CONDICIONES AMBIENTALES.

3.2.1. Temperaturas de los locales.

Quedan excluidos de cualquier tipo de calefacción, o climatización todos aquellos locales que no son normalmente habitados, tales como: garajes, trasteros, archivos no institucionales, rellanos de ascensores, cuartos varios de servicio...

Para los locales calefactados, la temperatura media interior no rebasará nunca los 20°C-22°C, a menos que las condiciones térmicas resultantes se obtengan sin gasto alguno de energía de tipo convencional.

3.2.2. Humedad relativa de los locales.

No se permitirá la utilización de sistemas con consumo de energía convencional para modificar la humedad relativa de los espacios interiores cuando este se mantenga en un valor al 30% en invierno.

En ningún caso se podrá aplicar un proceso de precalentamiento con consumo de energía convencional para mantener en los locales humedades relativas inferiores al 65%.

3.3. SALA DE MÁQUINAS.

3.3.1. Idoneidad del combustible.

Los elementos generadores de calor, calderas y quemadores utilizarán el combustible para el que fueron diseñados.

Sólo se podrán utilizar otros combustibles cuando se mantengan los rendimientos especificados.

3.3.2. Fraccionamiento de potencia.

En orden a conseguir que el funcionamiento de producción de calor sea lo más cercano posible al régimen con rendimiento máximo, es necesario disponer de quemadores con escalonamiento de potencia y/o generadores en números, potencia y tipos adecuados a la demanda de energía térmica de la instalación a la que sirven.

En cualquier caso, la suma de la potencia de los generadores se ajustará a la demanda máxima de la instalación. Los eventuales generadores de reserva quedarán del resto de la instalación por medio de válvulas.

Se han escogido la instalación de dos calderas para que el rendimiento de estas bajo todo tipo de condiciones sea el máximo. En régimen de baja carga, solamente se utilizará una sola caldera para aprovechar el máximo rendimiento de esta. Cuando las condiciones de demanda sean máximas, se utilizarán las dos calderas simultáneamente.

En todos los casos, el proyectista deberá considerar especialmente la producción de agua caliente sanitaria, no permitiéndose en ningún caso que la potencia de un generador sea superior en más de 20% a la demanda máxima de dicho servicio.

3.4. AISLAMIENTO TÉRMICO.

A efectos de ahorro de energía, deberán tenerse en cuenta las siguientes prescripciones establecidas en la IT.IC.19. con el fin de evitar los consumos energéticos superfluos, los aparatos, equipos y conducciones que contengan fluidos a temperatura inferior a la ambiente o superior a 40°C dispondrán de un aislamiento térmico para reducir las pérdidas de energía.

En cualquier caso, en toda instalación, las pérdidas térmicas horarias globales por el conjunto de conducciones que discurren por locales no calefactados, no superarán el 5% de la potencia útil instalada.

3.5. REGULACIÓN.

Las instalaciones de calefacción estarán dotadas de los equipos de regulación necesarios que permitan ajustar los consumos de energía térmica a las variaciones de las cargas.

Las instalaciones deberán disponer de los dispositivos necesarios para dejar fuera de servicio la totalidad o parte de la misma en función del régimen de ocupación.

Las instalaciones de viviendas unifamiliares estarán dotadas de, al menos, un dispositivo de regulación con un termostato situado en el local de mayor carga térmica o más característico. Los restantes locales tendrán dispositivos por lo menos manuales para modificar las aportaciones térmicas de la instalación incluso dejarla fuera de servicio. Se instalará en un lugar accesible un dispositivo de parada del generador, independiente del mando de impulsión si lo hubiese.

Se recomienda dividir la instalación en dos zonas independientes, correspondiente a dormitorios y zona de día.

3.6. INTERRUPCIÓN DEL SERVICIO.

En edificios de uso residencial como viviendas, residencia o similares, las instalaciones de calefacción, excepto en la zona climática con más de 1800 grados/día, en base 15-15, no podrán funcionar en el periodo comprendido entre las 22h y las 7h.

Las bombas de circulación de agua caliente sanitaria no podrán funcionar entre las 23h y las 7h, excepto que económica y técnicamente se justifique el mantenimiento de una temperatura mínima de ese periodo.

3.7. AGUA CALIENTE SANITARIA.

3.7.1. Contadores.

Todas las instalaciones de producción centralizada de agua caliente sanitaria deberán estar equipadas con contadores de agua individuales de agua caliente por cada vivienda, o unidad de consumo.

Se recomienda que esos contadores y sus llaves de corte, sean accesibles desde el exterior de las viviendas.

3.7.2. Condiciones generales de producción.

La preparación de agua corriente para usos sanitarios en instalaciones centralizadas se realizará con sistema de acumulación. La capacidad de acumulación deberá ser dimensionada con un tiempo de preparación de al menos tres horas.

La instalación de grupos técnicos mixtos de generación de calor simultáneamente para calefacción y producción por acumulación de agua caliente sanitaria queda prohibida para potencias superiores a 50 kW.

El agua caliente para usos sanitarios se preparará a una temperatura de aproximadamente 70-80°C y retornará a una temperatura mínima de 50°C a los depósitos acumuladores.

3.7.3. Limitaciones al consumo de agua.

A efectos de disminuir el consumo de agua, particularmente de agua caliente, el caudal de agua de los aparatos deberá limitarse a los siguientes valores:

Tipo de habitación	Q instalado (l/s)
Lavabo	0,2
Bide	0,1
Inodoro	0,2
Bañera	0,3
Ducha	0,2
Fregadero	0,2
Lavadora	0,2
Lavaplatos	0,2

Siguiendo el nuevo Código Técnico de Edificación se tomarán para realizar los diferentes cálculos 22 litros por persona y día de A.C.S., siguiendo el criterio de demanda de las viviendas multifamiliares.

Litros ACS/día

Viviendas unifamiliares	30 por persona
Viviendas Multifamiliares	22 por persona
Hospitales y clínicas	55 por cama
Hotel****	70 por cama
Hotel***	55 por cama
Hotel/hostal**	40 por cama
Camping	40 por emplazamiento
Hostal/Pensión	35 por cama
Residencia(ancianos, estudiantes..)	55 por cama
Vestuarios/Duchas colectivas	15 por servicio
Escuelas	3 por alumno
Cuarteles	20 por persona
Fábricas y talleres	15 por persona
Administrativos	3 por persona
Gimnasios	20 a 25 por persona
Lavanderías	3 a 5 por persona
Restaurantes	5 a 10 por persona
Cafeterías	1 por almuerzo

Y a la hora de elegir el número de individuos de la vivienda lo haremos utilizando como valores mínimos los que se relacionan a continuación:

Número de dormitorios.	1	2	3	4	5	6	7	Más de 7
Número de personas.	1.5	3	4	6	7	8	9	Nº de dormitorios

CAPITULO 4. SALA DE MÁQUINAS.

4.1. GENERALIDADES.

Tendrá consideración de sala de máquinas todo local donde se halle instalada permanentemente maquinaria de producción de frío o calor. Los locales anexos comunicados a través de la sala de máquinas se consideran parte de la misma.

Se denominará sala de calderas a aquellos espacios de la sala de máquinas en los que se encuentre ubicado el específico indicado. En el mismo local podrán ubicarse otros equipos auxiliares o accesorios de la instalación, mientras expresamente no se reglamente lo contrario.

No tendrán consideración de sala de máquinas los locales en donde se sitúen las calderas para calefacción o ACS con potencia inferior a 50kW. La instalación de los mismos deberá ajustarse a las prescripciones indicadas en las instrucciones técnicas referentes a los equipos correspondientes.

Las exigencias de la IT.IC.07 deberán considerarse como mínimas, debiendo cumplirse simultáneamente aquellas otras obligaciones que específicamente se exijan en otros reglamentos para determinados equipos o para combustibles específicos.

La sala de máquina no puede ser utilizadas para otros fines, no podrán realizarse en ellas trabajos ajenos a los propios de la instalación. Se prohíbe la ubicación en la misma de depósitos de combustibles o el almacenamiento de los mismos, salvo lo expresado en la IT.IC.06.2.

4.2. INSTALACIÓN DE LA MAQUINARIA.

Las instalaciones deberán ser perfectamente accesibles en todas sus partes de forma que pueden realizarse adecuadamente y sin peligro todas las operaciones de mantenimiento, vigilancia, conducción y particularmente:

- Los motores y sus transmisiones deberán estar suficientemente protegidos contra accidentes fortuitos del personal.
- Entre los distintos equipos y elementos situados en la sala de máquinas existirá el espacio mínimo recomendado por el fabricante, para poder efectuar las operaciones de mantenimiento, vigilancia o conducción requeridas. Concretamente para las calderas, este espacio será como mínimo de 70 cm. entre uno de los laterales de la caldera y la pared, y de 60 cm. entre el otro lateral y el fondo y las paredes de la sala. De 80 cm. será la distancia mínima entre el techo y la parte superior de la caldera. El espacio libre en el frontal, será igual a la profundidad de esta, con un mínimo de un metro, no pudiendo en este espacio existir ningún entorpecimiento de altura de 2 m o en una superior a 50cm. a la caldera si esta es más alta de 1,5 m.

- Deberán existir además suficientes pasos y accesos libres para permitir el movimiento sin riesgo o daño de aquellos equipos que deban de ser reparados fuera de la sala de máquinas.
- El cuadro eléctrico, con su interruptor general, deberá estar situado lo más cercano posible a la puerta de acceso, así como, en su caso, el interruptor del ventilador de extracción de aire.
- La conexión entre la caldera y la chimenea deberá de ser perfectamente accesible y permitira el drenaje de los condensados y un tiro adecuado. El tiro, en casos excepcionales , podrá asegurarse mediante extracción mecánica.

4.3. LOCALES

La sala de máquinas deberá de tener las dimensiones suficientes para poder albergar a las instalaciones en las condiciones exigidas en el punto anterior y deberá además de cumplir las siguientes prescripciones.

- Estará dotada de los dispositivos de seguridad de corte de energía especificados en la IT.IC.03.5 y de los dispositivos de protección contra incendios, según la IT.IC.03.8
- Las paredes, suelo y techo no permitirán filtraciones de humedad, impermeabilizándolas en caso contrario.
- La iluminación de la sala de máquinas será suficiente para realizar con comodidad los trabajos de conducción e inspección de los equipos y elementos en ella situados. Esta iluminación se reforzará, cuando sea preciso, para poder apreciar sin necesidad de iluminación portátil las lecturas de los aparatos de regulación y control.
- La estructura del edificio, particularmente si es metálica, que quede dentro de la sala de máquinas, se protegerá contra el fuego y las altas temperaturas.

4.4. VENTILACIÓN.

Toda sala de calderas deberá de contar con medios suficientes de ventilación al exterior. La ventilación podrá ser natural o forzada. Deberá asegurarse una aportación de aire exterior suficiente para la combustión, y para que la temperatura del ambiente no supere los 35°C.

Deberá de preverse, como mínimo, una aportación de aire exterior de 20 Kg de aire, por cada kilogramo de combustible de aire utilizado. Esta aportación podrá realizarse mediante ventilación directa, natural o forzada:

- La ventilación directa desde el exterior, se realizará mediante aberturas con rejillas de protección a la intemperie de área libre mínima de 50 cm., por cada

10000W de potencia nominal. Se recomienda utilizar más de una abertura, colocada en diferentes fachadas si es posible.

- La ventilación natural en el caso en el que el local no sea contiguo a zona al aire libre, pero pueda comunicarse con ella por medio de conductos de menos de 10m. de recorrido horizontal, el área libre mínima de estos será, para conductos verticales 65 cm² por cada 10000 W y para conductos horizontales de 100 cm² por cada 10000 W. en cualquier caso las secciones se dividirán, como mínimo, en dos aberturas, una situada cerca del techo, y la otra cerca del suelo. Podrán practicarse estas aberturas, sin conductos, directamente a los otros locales siempre y cuando tengan una ventilación directa constante y no se utilicen como almacenes de materiales combustibles. Las aberturas deberán tener una sección total no menor de 200 cm², por cada 10000 W de potencia nominal, e irán provistas de compuertas cortafuegos.
- La ventilación forzada, dispondrá de un ventilador de impulsión asegurados, como mínimo 0.45l/s kW, enclavándolo con los quemadores. Para evitar retornos de aire a otros locales, se exige que la ventilación sea cruzada y permita el barrido de la sala de máquinas.

CAPITULO 5: CHIMENEAS Y CONDUCCIONES DE HUMOS.

5.1. GENERALIDADES.

Las chimeneas y conductos de humos cumplirán lo especificado en el Reglamento e Instrucciones de las instalaciones de calefacción y Agua Corriente Sanitaria y los que en su caso les sean exigibles por la Reglamentación sobre Protección Ambiental, Seguridad o Salubridad.

La concepción y dimensiones de la chimenea serán tales que sean suficientes para crea la depresión indicada por el fabricante de la caldera, evacuando los gases a las velocidades indicadas en la IT.IC.08.3.

El conducto de humos será estanco y de material resistente a los humos y la temperatura indicada en la IT.IC.08.5.

Los conductos de los humos no podrán ser utilizados para otros usuarios.

5.2. DISTANCIA DE LAS SALIDAS DE HUMOS A OTRAS CONDUCCIONES.

Las bocas de las chimeneas estarán por lo menos a un metro por encima de las cubreras de los tejados, muros o cualquier otro obstáculo o estructura, distante menos de 10 metros.

Las bocas de las chimeneas situadas a distancias comprendidas entre 10 y 50 metros de cualquier construcción deberán estar a nivel no inferior al del borde superior del hueco más alto que tenga la construcción más cercana.

Estas distancias se tomarán sobre el plano horizontal que contiene la salida de humos libre de caperuzas, reducción u otros accesorios o remates que pudieran llevar.

5.3. CONCEPCIÓN Y DISEÑO.

La sección del conducto de humos será circular, cuadrada, elíptica o triangular. En estos dos últimos casos, la relación entre sus ejes o lados más pequeños a sus ejes o lados más grandes, no será inferior a 2/3.

Se preverá en la parte inferior del tramo vertical del conducto de humos el correspondiente registro de limpieza en fondo de saco y suficientes registros en tramos no verticales.

Los conductos de unión del tubo de humos a caldera estarán colocados de manera que sean fácilmente desmontables de esta y preferentemente metálicos.

La unión estará soportada rígidamente y las uniones entre diversos trozos de ella, aseguradas mecánicamente, siendo además estancas.

Se evitará la formación de bolsas de gas mediante una disposición conveniente de los canales y conductos de humos y se preverá la evacuación e condensados.

5.4. DIMENSIONAMIENTO.

La sección de los conductos de humo en su recorrido estará calculada de acuerdo con el volumen de gases previsible, quedando prohibidos los cambios bruscos de sección.

En la correspondiente recomendación Técnica de cálculo se dará un método para el dimensionamiento, pero en cualquier caso se respetarán las velocidades mínimas de humos por chimeneas establecido en la IT.IC.08.3.

5.5. CONSTRUCCIÓN

La chimenea no irá atravesada por elementos ajenos a la misma (elementos resistentes, tuberías de instalaciones, etc.)

No podrán utilizarse como parámetros constructivos de la chimenea ningún paramento del edificio.

El conducto de humos estará aislado térmicamente de modo que la resistencia térmica del conjunto, conducto-caja sea tal que la temperatura en la superficie de la pared no sea 5°C, por encima de la temperatura ambiente de proyecto de local y en ningún caso superior a 28°C. La localización de este aislamiento térmico se hará sobre el conducto para evitar el enfriamiento de los gases. Se cuidará la estanqueidad de la caja donde va alojado el conducto o conductos de humo, en especial en los encuentros con forjados, cubierta etc.

La estructura del conducto de humo será independiente de la obra y de la caja, a las que irá unida únicamente a través de soportes, preferentemente metálicos que permitan la libre dilatación de la chimenea.

Cuando atraviesen fachadas o tabiques, lo harán por medio de manguitos, de diámetros superiores en 4 cm. a los del tubo y rellenado el espacio entre ambos con materiales resistentes al fuego.

5.6. MATERIALES.

El material del conducto de humos será resistente a los humos, al calor y a posibles corrosiones ácidas que se puedan formar.

Podrán ser de materiales refractarios o de hormigón resistente a los ácidos, de material cerámico o de acero inoxidable o de otro material idóneo.

CAPITULO 6: PRESCRIPCIONES GENERALES DE LA INSTALACIÓN.

6.1. GENERALIDADES.

Las instalaciones se realizarán teniendo en cuenta la práctica normal conveniente a obtener un buen funcionamiento durante el periodo de vida que se les puede atribuir, siguiendo en general las instrucciones de los fabricantes de la maquinaria. La instalación será especialmente cuidada en aquellas zonas en que, una vez montados los aparatos, sea de difícil reparación cualquier error cometido en el montaje, o en las zonas en que las reparaciones obligasen a realizar trabajos de albañilería.

El montaje de la instalación se ajustará a los planos y condiciones del proyecto. Cuando en la obra sea necesario hacer modificaciones en estos planos o condiciones, se solicitará el permiso del Director de Obra. Igualmente, la sustitución por otros aparatos indicados en el proyecto y oferta, deberá ser aprobada por el director de obra.

Durante la instalación de la maquinaria, el instalador protegerá debidamente todos los aparatos y accesorios, colocando tapones o cubiertas en las tuberías que vayan a quedar abiertas durante un tiempo. Una vez terminado el montaje, se procederá a una limpieza general de todo el equipo, tanto interna como externamente. La limpieza interior de baterías, calderas, tuberías, etc. Se realizará con disoluciones químicas para eliminar el aceite y la grasa principalmente. Todas las válvulas, motores, aparatos, etc. se montarán de forma que sean fácilmente accesibles para su conservación, reparación o sustitución.

Los envolvertes metálicos o protecciones asegurarán firmemente, pero, al mismo tiempo serán fácilmente desmontables Su construcción y sujeción será tal que no se produzcan vibraciones o ruidos molestos.

Se recomienda que los aparatos de medida lleven indicados los valores en los que normalmente se han de mover los valores medidos por ellos.

Las conducciones estarán identificadas mediante colores normalizados UNE, con indicaciones del sentido del flujo del fluido que circula por ellas.

La concepción de la red general de distribución de agua, será tal que pueda permitirse dejar de suministrar a determinadas zonas o partes de los consumidores sin que quede afectado el servicio del resto, y efectuar reparaciones en circuitos parciales sin anular el servicio del resto.

6.2. CONEXIONES A APARATOS.

Las conexiones de los aparatos y equipos a las redes de tuberías, se harán de forma que no exista interacción mecánica entre aparato y tubería, exceptuando las bombas en línea, y no debiendo transmitirse al equipo ningún esfuerzo mecánico a través de la conexión procedente de la tubería.

Toda conexión será realizada de tal manera que pueda ser fácilmente desmontable para sustitución o reparación del equipo o aparato.

Los escapes de vapor de agua, estarán orientados en condicione tales que no puedan ocasionar accidentes.

Las válvulas de seguridad de cualquier tipo de caldera deberán estar dispuestas de forma que por medio de canalización adecuada, el vapor o agua que por ellas pueda salir, sea conducido directamente a la atmósfera, debiendo de ser visible su salida en la sala de máquinas.

6.3. CANALIZACIONES.

6.3.1. Normas generales.

Las tuberías estarán instaladas de forma que su aspecto sea limpio y ordenado, dispuestas en líneas paralelas a una escuadra con los elementos estructurales del edificio o con tres ejes perpendiculares entre sí.

Las tuberías horizontales, en general, deberán estar colocadas lo más próximas al techo o al suelo, dejando espacio suficiente para manipular el aislamiento térmico.

La holgura entre estas, y los parámetros, una vez colocado el aislamiento necesario no será inferior a tres cm. La accesibilidad será tal que pueda manipularse o sustituirse una tubería sin tener que desmontar el resto.

En ningún momento se debilitará un elemento estructural para poder colocar la tubería, sin autorización expresa del Director de Obra de edificación.

Las tuberías conectadas a las bombas en línea se soportarán en las inmediaciones de las bombas de forma que no provoquen esfuerzos recíprocos. El diámetro de las tuberías de acoplamiento no podrá ser nunca inferior al diámetro de la boca de aspiración de la bomba.

La conexión de las bombas a las bombas no podrá provocar esfuerzos recíprocos de torsión o flexión.

6.3.2. Curvas.

En los tramos curvos, los tubos no presentarán garrotas y otros defectos análogos, ni aplastamientos y otras deformaciones en su sección transversal.

Siempre que sea posible, las curvas se realizarán por cintrado de los tubos, o con piezas curvas, evitando la utilización de los codos. Los cintrados de los tubos, hasta 50 mm., se podrán hacer en frío, realizándose el resto en caliente.

En ningún caso, la sección de las tuberías en sus tramos curvos será inferior a la sección en sus tramos rectos.

6.3.3. Alineaciones.

En las alineaciones rectas, las desviaciones serán inferiores al dos por mil.

6.3.4. Pendientes.

Las tuberías de agua caliente irán colocadas de manera que no se formen en ellas bolsas de agua. Para la evacuación automática del aire hacia el vaso de expansión o hacia los purgadores, los tramos horizontales deberán tener una pendiente mínima del 0.2%. Cuando debido a las características de la obra haya que reducir la pendiente, se utilizará el diámetro de tubería inmediatamente superior al necesario.

La pendiente será ascendente hacia el vaso de expansión o hacia los purgadores, y con preferencia en sentido de circulación del agua.

6.3.5. Anclajes y suspensiones.

Los apoyos de las tuberías, en general serán los suficientes para que, una vez calorifugadas, no se produzcan flechas superiores al 2 por 1000, no ejerzan esfuerzo alguno sobre elementos o aparatos a que estén unidos, como calderas, intercambiadores, bombas, etc.

La sujeción se hará con referencia en los puntos fijos y partes centrales de los tubos, dejando libres zonas de posible movimiento tales como curvas. Cuando por razones de diversa índole, sea conveniente evitar desplazamientos no convenientes para el funcionamiento correcto de la instalación, tales como desplazamiento transversales o giros en uniones, en estos puntos se pondrá un elemento de guiado.

Los elementos de sujeción y guiado permitirán la libre dilatación de la tubería, y no perjudicarán el aislamiento de la misma.

Las distancias entre soportes para tuberías de cobre serán como máximo las indicadas a continuación:

- En tramos verticales: Para diámetros de menos de 10 mm será de 1,8 m y para diámetros entre 12 y 20 mm será de 2,4 m.
- En tramos horizontales: Para diámetros de menos de 10 mm será de 1,2 m y para diámetros entre 12 y 20 mm será de 1,8 m.

Los soportes de madera o alambre serán admisibles únicamente durante la colocación de la tubería, pero deberán ser sustituidos por las piezas indicadas en estas prescripciones.

Los soportes tendrán la forma adecuada para ser anclados a la obra de fábrica o a dados situados en el suelo.

Se evitará anclar la tubería a paredes con espesor menor de 8 cm., pero en el caso en que fuese preciso, los soportes irán colocados a la pared por medio de tacos de madera u otro material apropiado.

Los soportes en las canalizaciones verticales sujetarán la tubería en todo su contorno. Serán desmontables para permitir después de estar anclados colocar o quitar la tubería, con un movimiento incluso perpendicular al eje de la misma.

Cuando exista peligro de corrosión de los soportes de las tuberías enterradas, estos y las guías deberán de ser de materiales resistentes a la corrosión o estar protegidos contra la misma.

La tubería estará anclada de modo que los movimientos sean absorbidos por las juntas de dilatación y por la propia flexibilidad del trazado de la tubería. Los anclajes serán lo suficientemente robustos para resistir cualquier empuje normal.

Es aconsejable que sean galvanizados y se evitará que cualquier parte metálica del anclaje esté en contacto con el suelo de una galería de conducción.

Los colectores se soportarán debidamente y en ningún caso deben descansar sobre generadores u otros aparatos.

Queda prohibido el soldado de la tubería a los soportes o elementos de sujeción o anclaje.

6.3.6. Pasos por humos, tabiques, forjados, etc.

Cuando las tuberías pasen a través de muros, tabiques, forjados... se dispondrán manguitos protectores que dejen espacio libre alrededor de la tubería, debiéndose rellenar este espacio de una materia plástica. Si la tubería va aislada no se interrumpirá el aislamiento en el manguito.

Los manguitos deberán sobresalir al menos 3 mm. de la parte posterior de los pavimentos.

6.3.7. Uniones.

Los tubos tendrán la mayor longitud posible, son objeto de reducir al mínimo el número de uniones.

Las uniones se realizarán por medio de piezas de unión, manguitos o curvas, de fundición maleable, bridas o soldaduras.

Los manguitos de reducción de tramos horizontales, serán excéntricos y enrasados por la generatriz superior.

En las uniones soldadas en tramos horizontales, los tubos se enrasarán por su generatriz superior para evitar la formación de bolsas de aire.

Antes de efectuar la unión, se repasarán las tuberías para eliminar las rebabas que pueden haberse formado al cortar o aterrar los tubos.

Cuando las uniones se hagan con bridas se interpondrá entre ellas una junta de amianto.

Al realizar la unión entre dos tuberías no se forzarán estas, sino que deberán haberse cortado y colocado con la debida exactitud.

No se podrán realizar uniones en los cruces de muros, forjados, etc. Todas las uniones deberán poder soportar una presión superior en un 50% a la de trabajo.

Se prohíbe expresamente la ocultación o enterramiento de uniones metálicas.

6.3.8. Tuberías ocultas.

Las canalizaciones ocultas en albañilería, si la naturaleza de esta no se permite su empotramiento, irán alojadas en cámaras ventiladas tomando medidas adecuadas (pintura, aislamiento con barrera de vapor...) cuando las características del lugar sean propicias a la formación de condensaciones en las tuberías de calefacción, cuando estas estén frías.

Las tuberías enterradas y ocultas en forjados deberán disponer de un adecuado tratamiento anticorrosivo y estar envueltas con una protección adecuada, debiendo estar suficientemente resuelta la libre dilatación de la tubería y el contacto de esta con los materiales de construcción.

Se evitará en todo lo posible la utilización de materiales deferentes en una canalización de manera que no se formen pares galvánicos. Cuando ello sea necesario, se aislarán eléctricamente unos de otros, o se hará una protección catódica adecuada.

6.3.9. Purgas.

En la parte más alta de cada circuito se pondrá una purga para eliminar el aire que pudiera allí acumularse. Se recomienda que esta purga se coloque con una conducción de diámetro no inferior a 15 mm. con un purgador y conducción de la posible agua que se eliminase por la purga. Esta conducción irá en pendiente hacia el punto de vaciado, que deberá de ser visible.

Se colocarán además purgas, automáticas o manuales, en cantidad suficiente para evitar la formación de bolsas de aire en tuberías o aparatos en los que por su disposición fuese previsible.

6.3.10. Filtros.

Todos los filtros de malla y/o tela metálica que se instalen en circuitos de agua con el propósito de proteger los aparatos de la suciedad acumulada durante el montaje, deberán de ser retirados una vez terminada de modo satisfactorio la limpieza del circuito.

6.3.11. Relación con otros servicios.

Las tuberías no estarán en contacto directo con ninguna conducción de energía eléctrica o de telecomunicación, con el fin de evitar los efectos de la corrosión que una derivación pueda ocasionar, debiendo preverse una distancia mínima de 30 cm. a las conducciones eléctricas y de 3 cm. a las tuberías de gas más cercanas desde el exterior de la tubería o desde el aislamiento.

Se tendrá especial cuidado en que las canalizaciones de agua fría no sean calentadas por las canalizaciones de agua caliente, bien por radiación directa o por conducción a través de los soportes, debiéndose prever siempre una distancia mínima de 25 cm. entre exteriores de tuberías.

Las tuberías no atravesarán las chimeneas, conductos de aire acondicionado ni chimeneas de ventilación.

6.3.12. Válvulas.

Todas las válvulas serán de fácil acceso. Se recomienda disponer de una tubería de derivación con sus llaves, rodeando a aquellos elementos básicos, como válvulas de control, etc., que se puedan averiar y necesiten ser retirados de la red de tuberías para su reparación o mantenimiento.

Se recomienda el empleo de los siguientes tipos de válvulas según su función a desempeñar:

- Para aislamiento: Válvulas de esfera.
- Para equilibrado de circuitos: Válvulas de equilibrado.
- Para vaciado: Válvulas de esfera o de macho.
- Para llenado: Válvulas de esfera.
- Para purga de aire: Válvulas de esfera o de macho.
- Para seguridad: Válvula de resorte.
- Para retención: Válvulas de clapeta.

No existirá ninguna válvula ni elemento que pueda aislar las válvulas de seguridad de las tuberías o recipientes a que sirven.

6.3.13. Bombas de circulación.

Se recomienda que antes y después de cada bomba de circulación se monte un manómetro para poder apreciar la presión diferencial.

La bomba deberá ir montada en un punto tal que pueda asegurarse que ninguna parte de la instalación quede en depresión con relación a la atmósfera. La presión a la entrada de la bomba deberá ser suficiente para asegurar que no se produzcan fenómenos de cavitación ni a la entrada ni en el interior de la bomba.

El conjunto motor-bomba será fácilmente desmontable. En general, el eje del motor y de la bomba quedarán bien alineados, y se montará un acoplamiento elástico si el eje no es común.

Salvo en instalaciones individuales con bombas especialmente preparadas para ser soportadas por una tubería, las bombas no ejercerán ningún esfuerzo sobre la red de distribución. La sujeción de la bomba se hará perfectamente al suelo y no a las paredes.

Todas las bombas instaladas en el suelo, incluida la bomba de llenado, tendrá una bancada que evite su contacto directo con el suelo y por tanto eventuales humedades

La bomba y su motor estarán montados con holgura a su alrededor, suficientes para una fácil inspección de todas sus partes.

El agua de goteo, cuando exista, será conducida al agua correspondiente.

6.3.14. Elementos de regulación y control

Los elementos de control y regulación serán los apropiados para los campos de temperatura, humedades, presiones,..., en que normalmente va a trabajar la instalación.

Los elementos de control y regulación estarán situados en locales o elementos de tal manera que den indicación correcta de la magnitud que deben medir o regular, sin que esta indicación esté afectada por algún fenómeno extraño a la magnitud que se quiere medir o controlar.

De acuerdo con esto, los termómetros y termostatos, hidrómetros y manómetros, deberán poder dejarse fuera de servicio o sustituirse con la instalación en marcha.

Todos los aparatos de regulación irán colocados en un sitio en el que fácilmente se pueda ver la posición de la escala indicadora de los mismos o la posición de regulación que tiene cada uno.

6.3.15. Alimentación y vaciado.

En toda instalación de agua existirá un circuito de alimentación que dispondrá de una válvula de retención y otra de corte antes de la conexión a la instalación, recomendándose, además la instalación de un filtro.

La alimentación de agua podrá realizarse al depósito de expansión o a una tubería de retorno.

En cada ramal de la instalación que pueda aislarse, existirá un dispositivo de vaciado.

La alimentación de agua al sistema no podrá realizarse por motivos de salubridad, con una conexión directa a la red de distribución urbana. Será necesaria la separación física de ambos circuitos.

6.3.16. Depósito de expansión.

Los circuitos de agua caliente deberán equiparse con el correspondiente vaso de expansión, pudiendo ser abierto o cerrado. No se emplearán vasos de expansión cerrados con colchón de aire en contacto directo con el agua del vaso. El vaso de expansión cerrado deberá colocarse preferentemente en la sala de máquinas.

Estos vasos irán calorifugados y no expuestos a congelación y colocados en un lugar accesible en todo momento al personal de mantenimiento. El dispositivo de rebose estará especialmente diseñado para evitar la congelación del agua en su interior cuando exista esta posibilidad por el equipo de clima.

La instalación estará equipada con un dispositivo que permita comprobar en todo momento el nivel de agua de la instalación.

Si se coloca un vaso de expansión cerrado debe colocarse preferentemente en la aspiración de la bomba evitando la formación de una bolsa de aire en el mismo.

CAPITULO 7. AISLAMIENTO TÉRMICO DE LAS INSTALACIONES.

7.1. GENERALIDADES.

Con el fin de evitar consumos de energía superfluos, los aparatos, equipos y conducciones que contengan fluido a temperatura inferior a la ambiente o superior a 40°C dispondrán de un aislamiento térmico para reducir las pérdidas de energía.

El aislamiento térmico de aparatos, equipos y conducciones metálicas cuya temperatura de diseño sea inferior a la del punto de rocín del ambiente en el que se encuentre, será impermeable al vapor de agua, o al menos quedará protegido, una vez colocado, por una capa que constituya una barrera de vapor.

Los aparatos, equipos y conducciones de la instalación deberán quedar aislados de acuerdo con las exigencias de carácter mínimo que a continuación se indicarán, entendiendo que en cualquier caso las pérdidas térmicas globales horarias no superen lo estipulado en la IT.IC.04.

7.2. MATERIALES.

El material de aislamiento no contendrá sustancias que se presten a la formación de microorganismos en él. No desprenderá olores a las temperaturas a las que va a ser sometido, no sufrirá deformaciones como consecuencia de las temperaturas ni debido a una accidental formación de condensaciones.

Será compatible con las superficies a las que va a ser aplicado, sin provocar corrosión de las tuberías en las condiciones de uso.

La conductividad térmica del aislamiento será la especificada en el nuevo código técnico de edificación. El aislamiento de las calderas, o partes de la instalación que van a estar próximos a focos de fuego, será de materiales incombustibles.

7.3. COLOCACIÓN.

La aplicación del material aislante deberá cumplir las siguientes exigencias:

- Antes de su colocación deberá haberse quitado de la superficie aislada toda materia extraña, herrumbre...
- A continuación se dispondrán dos capas de pintura antioxidante u otra protección similar en todos los elementos metálicos que no está debidamente protegidos contra la oxidación.
- El aislamiento se efectuará a base de mantas, filtros, placas, segmentos, coquillas soportadas de acuerdo con las instrucciones del fabricante, cuidando que haga un asiento compacto y firme en las piezas aislantes y de que se mantenga uniforme el espesor.
- Cuando el espesor del aislamiento exigido requiera varias capas de este, se procurará que las juntas longitudinales y transversales de las distintas capas no coincidan y que cada capa quede firmemente fijada.
- El aislamiento irá protegido con los materiales necesarios, para que no se deteriore con el paso del tiempo.

- El recubrimiento o protección del aislamiento se realizará de manera de que quede firme y lo haga duradero. Se ejecutará disponiendo amplios solapes para evitar pasos de humedad al aislamiento y cuidando que no se aplaste.
- La barrera de antivapor, si es necesaria, deberá de estar situada en la cara exterior de aislamiento, con el fin de garantizar la ausencia de agua condensada en la masa de aislante.
- Todas las piezas de materiales de aislante, así como su recubrimiento protector y demás elementos, se presentarán sin defectos ni exfoliaciones.

7.4. AISLAMIENTO TÉRMICO DE TUBERÍAS Y ACCESORIOS.

Hasta diámetros de 150 mm., el aislamiento se realizará siempre con coquillas.

Las válvulas, bridas y accesorios se aislarán preferentemente con casquetes aislantes desmontables, de varias piezas, con espacio suficiente para que al quitarlos se puedan desmontar.

CAPITULO 8. RECEPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.

8.1. GENERALIDADES.

La recepción de la instalación tendrá como objeto el comprobar que la misma cumple las prescripciones de la reglamentación vigente y las especificaciones de las instrucciones técnicas, así como realizar una puesta en marcha correcta y comprobar, mediante los ensayos que sean requeridos, las prestaciones de confortabilidad, exigencias de uso racional de energía, contaminación ambiental, seguridad y calidad que son exigidas.

Todas y cada una de ellas se realizarán en presencia del Director de Obra de la instalación, el cual dará fe de los resultados por escrito.

8.1.1. Pruebas parciales.

A lo largo de la ejecución deberán haberse echo las pruebas parciales, controles de recepción, etc., de todos los elementos que haya indicado el Director de Obra. Particularmente todas las uniones o tramos de tuberías, conductos o elementos que por necesidades de la obra vayan a quedarse ocultos, deberán ser expuestos para su inspección o expresamente aprobados, antes de descubrirlos o colocar las protecciones requeridas.

8.1.2. Pruebas finales.

Terminada la instalación, será sometida por partes o en su conjunto a les pruebas que se indican, sin perjuicio de aquellas otras que solicite el Director de Obra.

8.1.3. Recepción provisional.

Una vez realizadas las pruebas finales con resultados satisfactorios para el Director de Obra, se procederá en el acto de recepción provisional de la instalación. Con este acto se dará por finalizado el montaje de la instalación.

8.1.4. Recepción definitiva.

Transcurrido el plazo contractual de garantía, en ausencia de averías o defectos de funcionamiento durante el mismo, o habiendo sido éstos convenientemente subsanados, la recepción provisional adquirirá carácter de recepción definitiva, sin realización de nuevas pruebas, salvo que por parte de la propiedad haya sido cursado aviso en contra antes de finalizar el periodo de garantía establecido.

8.2. PRUEBAS FINALES.

Es condición previa para la realización de las pruebas finales que la instalación se encuentre totalmente terminada de acuerdo con las especificaciones del proyecto, así como que haya sido previamente equilibrada y puesta a punto y se hayan cumplido las exigencias previas que haya establecido el Director de Obra tales como limpieza, suministro de energías, etc.

Como mínimo deberán realizarse las pruebas específicas que se indican referentes a las exigencias de seguridad y uso racional de la energía. A continuación se realizarán las pruebas globales del conjunto de la instalación.

8.2.1. Pruebas específicas.

- a) Rendimiento de calderas.

Se realizarán las pruebas térmicas de calderas de combustión comprobando como mínimo el gasto de combustible, temperatura, contenido en CO² y pérdidas de calor por la chimenea.

- b) Seguridad.

Comprobación del tarado de todos los elementos de seguridad.

8.2.2. Pruebas globales.

Se realizarán como mínimo las siguientes pruebas globales, independientemente de aquellas otras que desee el Director de Obra.

- a) Comprobación de materiales, equipos y ejecución.

Independientemente de pruebas parciales, o controles de recepción realizados durante la ejecución se comprobará, por el Director de Obra, que los materiales y equipos instalados se corresponden con los especificados en el proyecto y contratados con la empresa instaladora, así como la correcta ejecución del montaje.

Se comprobará en general la limpieza y cuidado del buen acabado de la instalación.

- b) Pruebas hidráulicas.

Independientemente de las pruebas parciales a que hayan sido sometidas las partes de la instalación a lo largo del montaje, todos los equipos y conducciones deberán someterse a una prueba de estanqueidad, como mínimo a una presión interior de prueba en frío equivalente a vez y media la de trabajo, con un mínimo de 400 kPa y una duración no inferior a 24 horas.

Posteriormente se realizarán pruebas de circulación de agua en circuitos (bombas en marcha), comprobación de la limpieza de los filtros de agua y medida de presiones.

Por último se realizará la comprobación de la estanqueidad del circuito con el fluido a temperatura de régimen.

c) Prueba de libre dilatación.

Una vez las pruebas anteriores hayan sido satisfactorias, se dejará enfriar bruscamente la instalación hasta una temperatura de 60°C de salida de calderas, manteniendo la regulación anulada y las bombas en funcionamiento. A continuación se volverá a calentar hasta la temperatura de régimen de salida de la caldera.

Durante la prueba se comprobará que no ha habido deformación apreciable visualmente en ningún elemento o tramo de la tubería y que el sistema de expansión ha funcionado correctamente.

d) Pruebas de conductos.

Se realizarán de acuerdo con la norma UNE 100.104, para los conductos de chapa.

e) Pruebas de prestaciones térmicas.

Se realizarán las pruebas que a criterio del Director de Obra sean necesarios para comprobar el funcionamiento normal en régimen de invierno o de verano, obteniendo un estadillo de condiciones higrotérmicas interiores para unas condiciones exteriores debidamente registradas.

Cuando la temperatura media en las habitaciones sea igual o superior a la contractual corregida, como se especifica más adelante en función de las condiciones meteorológicas exteriores, se dará como satisfactoria la eficacia térmica de la instalación.

Las condiciones climatológicas exteriores: la mínima del día no será inferior en 2°C o superior en 10°C a la contractual exterior.

La temperatura de las habitaciones se corregirá como sigue: se disminuirá en 0,5°C, por cada grado centígrado que la temperatura mínima del día haya sido inferior a la exterior contractual. O bien se aumentará en 0,15°C por cada grado centígrado que la temperatura mínima del día haya sido superior a la exterior contractual.

f) Otras pruebas.

Por último se comprobará que la instalación cumple con las exigencias de calidad, confortabilidad, seguridad y ahorro de energía que se dictan en esta instrucción técnica.

Particularmente se comprobará el buen funcionamiento de la regulación automática del sistema.

8.3. RECEPCIÓN PROVISIONAL.

Antes de realizar el acto de recepción provisional deberán haberse cumplido los siguientes requisitos previos:

- Realización de las pruebas finales a perfecta satisfacción del Director de Obra.
- Presentación del certificado de la instalación según el modelo, ante la Delegación Provincial del Ministerio de Industria y Energía.

8.3.1. Documentación de recepción.

Una vez cumplimentados los requisitos anteriores, se realizará el acto de recepción provisional, en el que el Director de Obra, en presencia de la firma instaladora, entregará al titular de la misma, si no lo hubiera hecho antes, los siguientes documentos:

- Acta de recepción, suscrita por todos los presentes (por duplicado).
- Resultados de las pruebas.
- Manual de instrucciones, según lo especifica en la IT.IC.22.1.
- Libro de mantenimiento, según se especifica en la IT.IC.22.3.
- Proyecto de ejecución, en el que junto a una descripción de la instalación, se relacionan todas las unidades y equipos empleados, indicando marca, modelo, características y fabricante, así como los planos definitivos de lo ejecutado, como mínimo un esquema de principio, esquema de control y esquemas eléctricos.
- Esquemas de principio de control y seguridad debidamente emmarcado para su colocación en la sala de máquinas.
- Copia del certificado de la instalación presentado a la Delegación Provincial del Ministerio de Industria y Energía.

8.3.2. Responsabilidad.

Una vez realizado el acto de recepción provisional, la responsabilidad de la conducción y mantenimiento de la instalación se transmite íntegramente a la propiedad, sin perjuicio de las responsabilidades contractuales que en concepto de garantía hayan sido pactadas y obliguen a la empresa instaladora.

CAPITULO 9: PUESTA EN FUNCIONAMIENTO.

9.1. GENERALIDADES.

Para la puesta en funcionamiento de las instalaciones de Calefacción y A.C.S., será necesaria la presentación en la Delegación del Ministerio de Industria y Energía de un Certificado suscrito por el técnico, bajo cuya dirección se ha realizado el montaje y visado por el Colegio Profesional correspondiente.

En el Certificado se expresará que la instalación ha sido ejecutada de acuerdo con proyecto presentado y registrado en el Ministerio de Industria y Energía y cumple con todos los requisitos exigidos por el Reglamento e Instrucciones técnicas de las Instalaciones de Calefacción, Climatización y Agua Caliente Sanitaria y con las que en su caso les sean de aplicación. Se harán constar en el mismo los resultados de las pruebas a que hubiere lugar.

En el caso de que el Director de Obra en el curso de la misma apreciase que la instalación no se realiza de acuerdo con el proyecto registrado y con la reglamentación vigente exigirá, bajo su responsabilidad, las modificaciones oportunas.

En las instalaciones en las que se hubiese sustituido el proyecto específico por la documentación presentada por el instalador, este Certificado, en el que se harán constar los mismos extremos exigidos al Director, podrá ser sustituido por otro suscrito por el instalador.

9.2. INSPECCIONES.

Las Delegaciones Provinciales del Ministerio de Industria y Energía, podrán disponer cuantas inspecciones de las instalaciones sean necesarias con el fin de comprobar y vigilar el cumplimiento de las Instrucciones Técnicas.

9.3. SANCIONES.

El incumplimiento de las condiciones impuestas en este Documento por el titular de la instalación, además de las sanciones que en su caso correspondan, podrá dar lugar a la paralización inmediata del funcionamiento de la misma.

El Certificado de la instalación, expedido por el Director de Obra, tendrá el contenido mínimo que se señala en el modelo que se indica en el capítulo 9 de este pliego de condiciones.

El cumplimiento de este requisito no eximirá al director de Obra o al instalador de expedir aquellas otras certificaciones que le pudieran ser exigidas por los respectivos Reglamentos de combustibles.

9.4. SUMINISTRO DE ENERGÍA.

El titular de la instalación presentará ante la empresa suministradora de energía junto con su solicitud, copia del Certificado del Director de Obra, con fecha de registro de entrada en la Delegación Provincial del Ministerio de Industria y Energía.

Con independencia de lo señalado en el presente Documento deberá cumplirse cuanto se disponga en los Reglamentos correspondientes a las energías empleadas.

CAPITULO 10: MANTENIMIENTO.

10.1. GENERALIDADES.

Uno de los factores de ahorro de energía más importantes es el mantenimiento constante a lo largo de todo el funcionamiento de las características técnicas de la instalación y los equipos que la forman. De aquí la necesidad de que las instalaciones sean objeto de una adecuada atención para obtener de ellas el mejor rendimiento energético posible, observando la seguridad y máxima eficiencia de sus prestaciones.

10.2. MANUAL DE INSTRUCCIONES Y NORMAS DE SEGURIDAD.

Al terminar la instalación en el momento que se indica en la IT.IC.21., el instalador viene obligado a entregar al titular de la misma o al Director de la Obra un “Manual de Instrucciones” de la instalación, que será aprobado como correcto por el director de Obra, y si no procediese, por incorrecto, será rehecho por el instalador.

En este “Manual de Instrucciones” se incluirá un esquema de la instalación en el cual los aparatos sean de fácil e inequívocamente identificados con los de la instalación.

El “Manual de Instrucciones” deberá contener:

- Características, marca, dimensiones de todos los elementos que componen la instalación tanto el planta generadora como en las redes de tuberías exteriores, distribución interior, regulación, etc.
- Instrucciones concretas de manejo y maniobra de la instalación y de seguridad previstas.
- Instrucciones sobre las operaciones de conservación a realizar sobre los elementos más importantes de la instalación: quemadores, calderas, bombas, aparatos de regulación, etc..
- Instrucciones sobre las operaciones mínimas de mantenimiento para el conjunto de la instalación.
- Frecuencia y forma de la limpieza de los equipos de producción de calor.
- Frecuencia y forma de limpieza y engrase de las partes móviles de la instalación.
- Frecuencia y forma de limpieza de intercambiadores de calor.
- Límites de dureza del agua de alimentación de la instalación e Instrucciones de Mantenimiento y Comprobación del equipo de tratamiento, cuando éste exista.

Este Manual de Instrucciones se encontrará preferentemente en la sala de máquinas a disposición del encargado de la instalación.

Además de lo indicado en el Manual de Instrucciones, las Normas que afecten a la seguridad se colocarán próximas al aparato o aparatos de los que se trate, con preferencia en una placa metálica y hoja plastificada que garantice la fácil lectura y la permanencia en el tiempo del escrito.

10.3. OPERACIONES DE MANTENIMIENTO.

El mantenimiento de la instalación será en todo caso el adecuado para asegurar que las características de las variables de funcionamiento sean tales que se mantengan dentro de los límites indicados en la IT.IC.04.

Las comprobaciones mínimas a realizar para el mantenimiento son las siguientes:

1. Medida de la temperatura de los gases de combustión.
2. Medida del contenido de CO₂ en los humos.
3. Tiro en la salida de humos de la caldera.
4. Limpieza de la caldera y de su circuito de humos y chimenea.
5. Limpieza de los filtros y baterías de equipos unitarios.
6. Comprobación de la estanqueidad del cierre de la caldera y de la unión al quemador.
7. control de consumo de energía en relación con la potencia de equipo.
8. Control de temperatura de ida respecto a lo que debería ser según la regulación automática que exista.
9. Control de la temperatura de distribución del agua caliente sanitaria.
10. Control de la temperatura de precalentamiento del combustible de acuerdo con su viscosidad.
11. Tolerancia de las variables que controlan los termostatos y presostatos.
12. Comprobación del tarado de todos los elementos de seguridad.

Se tomarán las medidas necesarias para corregir las vibraciones, fugas de agua, vapor, etc. Que con el uso de la instalación se vayan produciendo y en particular se mantendrá el goteo de los prensaestopas de las bombas cuando estas existan y lo requieran en sus justos límites.

Las operaciones 1, 2, 3, 6, 8, 9, 10 deberán llevarse a cabo mensualmente.

Las operaciones señaladas en los puntos 11 y 12 se comprobarán dos veces por temporada o semestre.

Las operaciones de limpieza 4, 5 y 6 deberán llevarse a cabo al principio de temporada de calefacciones, salvo los filtros, que se limpiarán y renovarán mensualmente.

Independientemente de las verificaciones periódicas anteriores, se tomarán las medidas necesarias para que los valores límites normales, cuando existan señales claras de que existe un funcionamiento irregular de la instalación.

Los espacios ocupados por la instalación se mantendrán limpios, no premitiéndose el almacenamiento de material, residuos o deshechos. Absolutamente se impedirá el almacenamiento de materiales combustibles.

Periódicamente se procederá a la inspección visual de los circuitos a presión, comprobándose su estanqueidad, y si esta resulta dudosa, se realizarán las pruebas que fueran necesarias.

10.4. LÍMITES.

El titular del Libro de Mantenimiento será responsable de mantener las pérdidas de calor por la chimenea por debajo de los límites señalados en la IT.IC.04.

Igualmente será responsable de mantener los valores señalados de las variables, para defensa del medio ambiente, por debajo de lo indicado en IT.IC.02

El contenido de CO no deberá superar en ningún caso el 0,1% del volumen de los humos secos y sin excesos de aire.

10.5. SANCIONES.

Cuando los titulares no tengan el Libro de Mantenimiento al día, o no procedan a mantener los límites de pérdidas de calor y de variables de funcionamiento anteriormente indicados, las empresas suministradoras de energía, cuando tengan conocimiento de ello, informarán a la Delegación Provincial del Ministerio de Industria y Energía, quien ordenará la suspensión del suministro.

10.6. INSPECCIONES PERIÓDICAS.

Las instalaciones serán revisadas por personal facultativo de las Delegaciones Provinciales del Ministerio de Industria y Energía, siempre que por causas justificadas, y para prevenir posibles peligros, las citadas Delegaciones, por sí mismas, por disposición gubernativa, por denuncia de terceros, o por resultados desfavorables apreciados en el Libro de Mantenimiento, juzguen oportuna o necesaria esta revisión.

El personal facultativo podrá ordenar su inmediata reparación, dando cuenta de ello a la empresa suministradora de energía para que suspenda los suministros, que no deberán ser reanudados hasta que medie la Delegación Provincial del Ministerio de Industria y Energía.

Los propietarios o usuarios de las instalaciones, podrán solicitar en todo momento, justificando la necesidad, que sus instalaciones sean reconocidas por la Delegación Provincial correspondiente, y que del resultado de esta inspección sea expedido el oportuno dictamen.

CAPITULO 11: NORMATIVAS EMPLEADAS PARA EL CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y ACS.

- Código Técnico de Edificación.
- R.I.T.E.
- NTE ICC: Norma tecnológica de edificación para calderas.
- NTE IDL: Norma tecnológica de edificación para agua caliente.
- NTE IFF: Norma tecnológica de edificación para agua fría.

PLIEGO DE CONDICIONES DEL SUELO RADIANTE.

1. CONDICIONES GENERALES

1.1. OBJETO.

El objeto de este pliego de condiciones será el de establecer las exigencias de índole técnicas para la ejecución y el mantenimiento de las instalaciones de suelo radiante de este proyecto.

Este pliego de condiciones formará parte de la documentación del proyecto y regirá en la obra de ejecución del mismo.

1.2. APLICACIÓN.

Las prescripciones citadas en el presente pliego de condiciones se aplicarán totalmente en todos los aspectos del proyecto, los cuales serán:

- Ejecución de la obra.
- Medición.
- Valoraciones de las mediciones.
- Aspectos económicos.
- Aspectos administrativos.

Se supondrá que la contrata conocerá y admitirá el contenido de dicho pliego de condiciones, y las dudas que se pudieran plantear en su aplicación e interpretación serán dilucidadas por el director de obra.

Cualquier variación que se pretenda realizar sobre lo proyectado, deberá ser puesta previamente en conocimiento del director de la obra, sin cuya autorización no podrá ser ejecutada. Dichas variaciones en caso de ser realizadas deberán de reflejarse en el libro de obra, procediéndose inmediatamente a la correspondiente variación del presupuesto en caso de estimarse necesario.

El incumplimiento de estos requisitos, hará a la contrata responsable de las consecuencias que las variaciones de lo proyectado pudiesen originar.

1.3. NORMATIVA Y REGLAMENTACIÓN.

En la ejecución del presente proyecto, se tendrá en cuenta todo lo dispuesto en las normas y reglamentaciones vigentes:

- Reglamento de instalaciones térmicas en edificios (RITE).
- Instrucciones Técnicas y Complementarias (IT.IC). Orden Ministerial del 16 de Julio de 1981.
- Real decreto 2946/1982 del 1 de Octubre, por el que se añade una disposición transitoria al Real Decreto 16 18/1980 del 4 de Julio y se modifica su disposición final quinta.
- Reglamento de actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas (Decreto 2414/1961 del 30/11/1961, BOE del 7/12/1961).
- Normas UNE de obligado cumplimiento.
- Ordenanza de Seguridad e Higiene en el trabajo (O.M del 9/3/1971).
- Reglamento de Instalaciones de Calefacción, climatización y agua caliente sanitaria.
- Ley de prevención de riesgos Laborales 3 1/1995 del 8 de Noviembre. (B.O.E. del 10/11/95) y la Instrucción 26/02/96 para aplicación de la anterior en la Administración del Estado. (B.O.E. del 8/3/96).
- R.E.13.T (Decreto 2414/73 del 20 de Septiembre).
- Instrucciones complementarias del R.E.B.T. (Orden del 31 de octubre de 1973).
- Hojas de interpretación del Ministerio de Industria sobre el R.E.B.T.
- Modificaciones y ampliaciones a las instrucciones del R.E.B.T.
- Normas particulares de la Compañía suministradora de energía eléctrica.
- Normas UNE de AENOR relativas a instalaciones eléctricas.
- R.V.E (Decreto 1725/84 del 18 de Junio).

2. EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.

2.1. CONTRAINDICACIONES Y OMISIONES DEL PROYECTO.

Lo mencionado en este pliego y omitido en los demás documentos del proyecto o viceversa, habrá de ser ejecutado como si estuviese expuesto en todos los documentos.

En caso de contradicciones prevalecerá lo prescrito en este pliego de condiciones.

Las omisiones en este pliego de condiciones o en el resto de los documentos del proyecto, o las prescripciones erróneas de los detalles de obra que sean indispensables para llevar a cabo el espíritu o intención de las obras, y por uso o costumbre deban ser realizados, no eximen al contratista de la obligación de ejecutar estos detalles de obra omitidos ó erróneamente descritos, si no que, por el contrario, deberán ser ejecutados como si hubieran sido completamente y correctamente especificados en todos los documentos.

2.2. CONFRONTACIÓN DE PLANOS Y MEDIDAS.

El contratista deberá confrontar inmediatamente después de adjudicada la obra, todos los planos y medidas, y deberá informar por escrito a la Dirección Facultativa en el plazo mínimo de diez días de cualquier contradicción o error.

Las cotas de los planos deberán en general, ser predefinidas a la medida de escala.

Se preferirán los planos con la mayor ampliación posible.

2.3. PROGRAMA DE TRABAJO.

El contratista presentará en un plazo de siete días posteriores a la adjudicación de las obras y antes del comienzo de las mismas, el programa de trabajo con especificaciones de los plazos parciales de las distintas unidades de la obra. Dicho programa, para que sea vigente, deberá de ser aprobado por la Dirección Facultativa, la cual, en caso de discrepancia, fijará el orden y el plazo de ejecución de los distintos trabajos.

El plan de obra, una vez aprobado, se incorporará a este pliego y adquirirá por tanto carácter contractual.

Así mismo, el contratista deberá presentar una relación completa de los servicios, equipos y planos de detalle necesarios para una correcta ejecución de las obras y se comprometerá a realizar la misma en las etapas previstas.

2.4. REPLANTEO DE LAS OBRAS.

Antes de iniciar la ejecución de las obras se procederá al replanteo de las mismas sobre el terreno.

Durante la ejecución de las obras se realizarán los replanteos que interesen al contratista o a la dirección de la obra.

Todos los replanteos deberán de ser realizados en presencia de la dirección facultativa, así mismo esta deberá de dar su aprobación a los mismos por escrito.

El replanteo inicial de la obra se realizará dentro de los diez días siguientes de la adjudicación.

2.5. ACTA DE REPLANTEO.

Realizado el replanteo, se procederá a levantar el Acta de Replanteo, en la que se recogerán todas las observaciones que se consideren necesarias y oportunas. Este deberá de ser firmado por duplicado por la Dirección Facultativa y el contratista en el referido plazo de diez días siguientes a la adjudicación.

El Acta de Replanteo será requisito indispensable para el comienzo de las obras.

2.6. INICIACIÓN Y PROSECUCIÓN DE LAS OBRAS.

Una vez firmado por ambas partes el Contrato y el Acta de Replanteo, el contratista deberá comenzar las obras dentro de un plazo máximo de siete días y en ningún caso la finalización de las mismas deberá de superar el plazo de ejecución previsto.

2.7. RESPONSABILIDADES DEL REPLANTEO.

El contratista será el único y exclusivo responsable de que desaparezca o se modifique alguna de las condiciones señaladas en el replanteo, así como, de las consecuencias que pudieran derivar las modificaciones o la errónea interpretación del Acta de Replanteo.

2.8. GASTOS DEL MATERIAL Y PERSONAL DE REPLANTEO.

Serán por cuenta del contratista todos los gastos que se pudieran originar en la realización de las Actas de Replanteo.

Así mismo, será por su cuenta todo el material que se precise utilizar y deberá poner a disposición de la Dirección Facultativa el personal que se estime necesario utilizar para llevar a cabo adecuadamente los replanteamientos.

3. MEDICIONES Y ABONADOS.

3.1. ENSAYOS.

Durante la ejecución de las obras y antes de proceder a la recepción de las mismas, la Dirección de Obra podrá ordenar la realización de cuantas pruebas y ensayos oficiales estime o no realizar para una buena marcha de los trabajos y verificación de las calidades y prestaciones exigidas a los materiales.

Los medios necesarios para ello, y los gastos que se pudieran derivar de dichas pruebas, serán por cuenta del contratista, hasta un importe máximo equivalente al uno por ciento del presupuesto de la ejecución de la contrata.

3.2. MEDICIONES Y ABONOS DE LAS OBRAS TERMINADAS.

Las unidades de obra totalmente terminadas y recepcionadas se medirán y abonarán de acuerdo con el proyecto y las condiciones económicas del mismo.

La medición será realizada por la dirección de obra y tendrá lugar en presencia y con intervención del contratista o de quien el delegue, entendiéndose que este renuncia a tal derecho si, avisándosele oportunamente no compareciese a tiempo. En tal caso se tomará por válido el resultado que la dirección de obra logre en las pruebas.

Los precios a que se abonarán serán los correspondientes a los precios unitarios del presupuesto o precios unitarios contratados. Se entenderá que dichos precios incluyen siempre el suministro, la manipulación y el empleo de todos los materiales necesarios para la ejecución de las unidades de obra correspondientes. Así se entenderá que todos los precios que comprenden los gastos de maquinaria, mano de obra, elementos accesorios, transporte, herramientas y toda clase de operaciones directas e indirectas necesarias para dejar las unidades de obra total y correctamente terminadas.

También se entenderán incluidas cualquier norma de seguridad, señalización, mantenimiento de condiciones de servicio, desvíos, seguros de accidente y de responsabilidad civil.

3.3. ABONO DE OBRAS DEFECTUOSAS PERO ACEPTABLES.

Si alguna unidad de obra no se ejecutase debidamente con sujeción estricta a las condiciones del contrato, y fuese sin embargo admitida, podrá ser provisional o definitivamente recibida, pero el contratista estará obligado a aceptar la rebaja que la dirección de obra aplique por este concepto, salvo en el caso de que el contratista prefiera rectificar a cuenta suya, según condiciones del proyecto y dentro de los plazos de ejecución previstos.

3.4. ABONO DE OBRAS INCOMPLETAS.

Si por rescisión de contrato o por otra causa cualquiera, fuera preciso valorar obras incompletas, el contratista deberá de atender a la tasación que realice la dirección de obra, sin que tenga derecho a reclamación alguna.

3.5. ABONO DE LAS OBRAS ACCESORIAS.

La adjudicación adquiere la obligación de ejecutar todos los trabajos que se le ordenen, aún cuando no se hallen expresamente estipulados en el proyecto, siempre que lo disponga así la dirección de obra, sin que ello dé lugar a reclamación alguna por parte del contratista. Estas obras se ejecutarán con arreglo a los proyectos de detalle en caso de que su importancia lo exija, o con arreglo a las instrucciones de la dirección de obra.

Las obras accesorias y auxiliares ordenadas al contratista se abonarán a los precios contratados si fueran estos aplicables. Si contienen materiales o unidades de obra no previstas en el proyecto y que por tanto, no tienen precio señalado en el presupuesto, la dirección de obra determinará los costes antes de la ejecución de los trabajos.

3.6. MODIFICACIONES Y ALTERACIONES DEL PROYECTO.

Si antes de iniciar las obras o durante su ejecución se acordase introducir en el proyecto modificaciones que impongan aumento o reducción y aún supresión de las cantidades de obra o materiales previstos en el presupuesto, estas serán obligatorias para el contratista, abonándosele en caso de aumento los precios contratados y no teniendo derecho en caso de reducción o supresión a indemnización alguna.

3.7. VICIOS O DEFECTOS DE CONSTRUCCIÓN.

Cuando la administración o dirección de obra presumiesen la existencia de vicios o defectos de construcción, estando en curso la ejecución de las obras o antes de su recepción definitiva, se podrá ordenar la reconstrucción de las partes defectuosas de la instalación.

3.8. MATERIALES SOBRANTES.

La administración no adquiere compromiso alguno ni obligación de comprar o conservar los materiales sobrantes después de haberse ejecutado las obras o los no empleados en caso de declararse la rescisión del contrato.

3.9. RECLAMACIONES.

En caso de que el contratista adjudicatario formulase reclamaciones contra las valoraciones efectuadas por la dirección de obra, esta pasará dichas reclamaciones con su informe correspondiente, a la administración, quien con ayuda de asesoramiento exterior a la obra, resolverá como estime oportuno. Contra esta resolución cabrán recursos propios de las vías administrativas.

4. CONSIDERACIONES GENERALES.

4.1. SUBCONTRATOS.

Sin necesidad de especificación vienen comprendidas en el presente Pliego de Condiciones las prestaciones auxiliares para la realización y determinación de la obra de conformidad del proyecto.

La utilización por el Contratista de prestaciones y servicios auxiliares por parte de terceros no implica conformidad con ellos ni subroga a este, frente a la Administración de los derechos de aquel ni revela a dicho Contratista de sus obligaciones y responsabilidades.

El Adjudicatario realizará los trabajos con el personal necesario para el desarrollo del programa y plazos de la obra, mediante las relaciones de trabajo o vínculo profesional establecidos por la legislación vigente.

Las disposiciones sobre remuneración y demás condiciones de trabajo, seguridad e higiene y previsión laboral afectarán inexcusablemente al contratista y su incumplimiento, a parte de la jurisdicción a la que corresponda su conocimiento, implicará el de este contrato.

La subcontratación de una parte o la totalidad de la obra no podrá realizarse sin la debida revisión y autorización de ésta por parte de la Dirección Facultativa.

4.2. PERSONAL DEL CONTRATISTA.

El Contratista estará obligado a dedicar a las obras el personal técnico necesario.

La Dirección Facultativa podrá prohibir la permanencia en las obras del personal del Contratista, por motivos de falta de obediencia y respeto o por otra causa de actos que comprometan la marcha de los trabajos.

4.3. LIBRO DE OBRA.

Con el fin de lograr una correcta coordinación de la obra y el de evitar dudas y malos entendidos que se pudieran causar, el Contratista tendrá a su disposición de parte de la Dirección Facultativa, un libro de obra en el que se anotarán en forma de diario las ejecuciones y las variaciones que en la obra puedan ocurrir, debiendo ser firmado por la Dirección Facultativa y por parte del Contratista por el responsable de la obra en cada visita que se realice por esta Dirección.

Este libro constará de páginas numeradas y selladas, y deberá permanecer en la obra mientras dure la misma. En él se deberán anotar todas las variaciones y modificaciones que surjan durante el desarrollo de la obra.

Cuando las modificaciones o variaciones se detallen en croquis o planos, estos se fecharán y firmarán por ambas partes, además de indicarse en el mismo la página y correspondiente referencia del libro de obra.

4.4. PLAZO DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.

El plazo para la completa ejecución de las obras será de dos meses a partir de la fecha de adjudicación definitiva de las mismas.

Este plazo de ejecución total de las obras así como los plazos parciales que se determinen en el programa de trabajo se realizarán de mutuo acuerdo entre el Contratista y La Dirección Facultativa, antes de la adjudicación de la obra.

4.5. PERMISOS Y LICENCIAS.

El contratista deberá obtener a su costa todos los permisos y licencias necesarios para la ejecución de las obras, corriendo a su cargo la confección de todos los documentos y trámites necesarios para la legalización de cada instalación ante la Delegación de Industria, debiendo gestionar las instancias de solicitud de aprobación y puesta en marcha necesarias.

Las instalaciones no se considerarán concluidas hasta que dichos trámites estén totalmente cumplimentados.

4.6. RESPONSABILIDADES DEL CONTRATISTA DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.

El Contratista será responsable durante la ejecución de las obras de todos daños y perjuicios, directos o indirectos que se puedan ocasionar a cualquier persona, propiedad o servicio público o privado, como consecuencia de los actos, u omisiones o negligencias del personal a su cargo o de una deficiente organización de las obras.

Durante el periodo de garantía, será responsable de los perjuicios que puedan derivarse de materiales o trabajos incorrectos.

Las personas que resulten perjudicadas deberán de ser compensadas a su costa, adecuadamente.

Los servicios o propiedades públicas o privadas que resulten dañadas deberán ser reparados a su costa, restableciendo sus condiciones primitivas o compensando los daños o perjuicios causados, de forma aceptable.

4.7. RECEPCIÓN PROVISIONAL.

Terminadas las obras e instalaciones y como requisito previo a la recepción de las mismas, la Dirección Facultativa procederá a realizar los ensayos y medidas necesarias para comprobar que los resultados y condiciones de la instalación son satisfactorios. Si los resultados no fuesen satisfactorios, el Contratista realizará cuantas operaciones y modificaciones sean necesarias para lograrlos.

Obtenidos los resultados satisfactorios, se procederá a la redacción y firma del documento de recepción provisional, al que se acompañarán dos actas firmadas por la Dirección Facultativa y visadas por el Colegio Oficial.

4.8. SANCIONES.

4.8.1. Por plazo de ejecución de las obras.

La demora **en** comenzar o terminar las obras en su ejecución parcial o total será sancionada con una multa de veinte mil pesetas diarias y si el retraso llegase a quince días sin causa justificada, se procederá a la rescisión de contrato por parte de la Dirección Facultativa si esta lo considera oportuno.

No podrá considerarse como causa de fuerza mayor la escasez de materiales, la falta de medios de transporte, medios auxiliares, mano de obra, etc. Por lo que el Contratista deberá asegurarse los medios necesarios antes de presentar su aprobación.

4.8.2. Por incumplimiento de los resultados de la instalación.

Terminada la obra y antes de proceder a su recepción provisional, serán realizadas las comprobaciones necesarias de los resultados de la instalación proyectados y exigidos.

Si estos resultados presentasen una dispersión inferior al 10% en relación a los valores exigidos, se considerarán como validos a consecuencia de los lógicos errores de montaje.

En el caso de que la dispersión alcance valores comprendidos entre un 10% y un 25% de los exigidos, se aplicará una sanción del 20% del costo total de la instalación en la que no se obtengan los resultados previstos.

En el caso de que las dispersiones sean superiores a un 25% de los valores exigidos, la instalación deberá ser modificada hasta que cumpla los valores exigidos. Todos los gastos de modificación de la instalación, incluida la sustitución de los materiales, serán por cuenta del contratista.

4.9. PLANOS DEFINITIVOS DE OBRA.

En el plazo de un mes, contando a partir de la fecha de la recepción provisional, el Contratista estará obligado a entregar los planos generales definitivos de obra, en los cuales se recogerá la situación definitiva de los elementos de la instalación y sus características.

Así mismo, el Contratista facilitará sin cargo los planos de cuantos detalles de obra se consideren necesarios.

4.10. PLAZO DE GARANTÍA.

A partir de la fecha de finalización de las obras, comenzará a contarse el plazo de garantía, que será de un año, durante el cual el Contratista vendrá obligado a

conservar la instalación en perfectas condiciones, reponiendo los materiales defectuosos, deteriorados o rotos.

Si en el plazo requerido no son reparadas las posibles anomalías existentes, la propiedad podrá encargar su reparación a otro Contratista, y descontar el valor de ellas en las retenciones practicadas.

4.11. RECEPCIÓN DEFINITIVA.

Transcurrido el plazo de garantía y antes de proceder a la recepción definitiva de las instalaciones, se efectuará una comprobación de todos los elementos integrantes de la misma y en caso de no observarse anomalías ni disfunciones se procederá a la realización de la recepción definitiva.

5. PRESCRIPCIONES GENERALES DE LA INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN

5.1. EXIGENCIAS DE RENDIMIENTO Y AHORRO DE ENERGÍA.

5.1.1. Generalidades.

Las posibilidades de utilización eficaz de la energía dependen en gran parte del tipo de instalación que se proyecte y del sistema de regulación de que esté equipada, de las condiciones climáticas, de las características térmicas del edificio y del tipo de ocupación de este.

Para ello deberá elegirse adecuadamente el sistema de calefacción o climatización y respetar las Instrucciones Técnicas en todos sus aspectos, especialmente en los que inciden en el consumo de energía, fraccionamiento de potencia, flexibilidad del servicio de la instalación, anulación del servicio en zonas o edificios inoculados, aislamiento térmico, etc.

5.1.2. Condiciones ambientales.

Temperatura de los locales

Quedan excluidos de cualquier tipo de calefacción o climatización todos aquellos locales que no son normalmente habitados, tales como: garajes, trasteros, archivos no institucionales, rellanos de ascensores, cuartos varios de servicios (contadores, basura, limpieza, etc.), salas de máquinas, etc. Para los locales calefactados, la temperatura media interior no rebasará nunca los 20^o C, a menos que las condiciones térmicas resultantes se obtengan sin gasto alguno de energía de tipo convencional.

Humedad relativa de los locales

No se permitirá la utilización de sistemas con consumo de energía convencional para modificar la humedad relativa de los espacios interiores cuando ésta se mantenga en un valor superior al 30% en invierno.

En ningún caso se podrá aplicar un proceso de recalentamiento con consumo de energía convencional para mantener en los locales, relativas inferiores al 65%.

5.1.3. Aislamiento térmico.

A efectos de ahorro de energía, deberán tenerse en cuenta las prescripciones establecidas en la IT.IC. 19.

5.1.4. Regulación.

Las instalaciones de calefacción estarán dotadas de los equipos de regulación necesarios que permitan ajustar los consumos de energía térmica a las variaciones de las cargas.

Las instalaciones deberán disponer de los dispositivos necesarios para dejar fuera de servicio la totalidad o parte de la misma en función del régimen de ocupación.

5.1.5. Instalaciones en las viviendas.

Estarán dotadas de, al menos, un dispositivo de regulación con un termostato situado en el local de mayor carga térmica o más característica. Los restantes locales tendrán dispositivos por lo menos manuales para poder modificar las aportaciones térmicas de la instalación e incluso dejarla fuera de servicio. Se instalará en un lugar accesible un dispositivo de parada del generador, independiente del mando de impulsión de aire si lo hubiese.

Se recomienda dividir la instalación en dos zonas independientes, correspondientes a dormitorios y zona de día.

5.1.6. Interrupción del servicio.

En edificios de uso residencial como viviendas, hoteles y similares, las instalaciones de calefacción, excepto en la zona climática con más de 1800 grados - día, en base 15 — 15, no podrán funcionar en el periodo comprendido entre las 22 y las 7 horas.

5.2. RECEPCIÓN DE LAS INSTALACIONES.

5.2.1. Generalidades.

La recepción de la instalación tendrá como objeto el comprobar que la misma cumple las prescripciones de la Reglamentación vigente y las especificaciones de las Instrucciones Técnicas, así como realizar uxia puesta en marcha correcta y comprobar, mediante los ensayos que sean requeridos, las prestaciones de confortabilidad, exigencias de uso racional de la energía, contaminación ambiental, seguridad y calidad que son exigidas.

Todas y cada una de las pruebas se realizarán en presencia del director de obra de la instalación, quién dará fe de los resultados por escrito.

Pruebas parciales

A lo largo de la ejecución deberá haberse hecho pruebas parciales, controles de recepción etc., de todos los elementos que haya indicado el director de obra.

Pruebas fina/es

Terminada la instalación, será sometida por partes o en su conjunto a las pruebas que se indican sin perjuicio de aquellas otras que solicite el director de obra.

Recepción provisional

Una vez realizadas las pruebas finales con resultados satisfactorios para el director de obra, se procederá al acto de recepción provisional de la instalación. Con este acto se dará por finalizado el montaje de la instalación.

Recepción definitiva

Transcurrido el plazo contractual de garantía, en ausencia de averías o defectos de funcionamiento durante el mismo, o habido siendo estos convenientemente subsanados, la recepción provisional adquirirá carácter de recepción definitiva, sin realización de nuevas pruebas, salvo que por parte de la propiedad haya sido cursado aviso en contra antes de finalizar el periodo de garantía establecido.

5.2.2. Pruebas finales.

Es condición previa para la realización de las pruebas finales que la instalación se encuentre totalmente terminada de acuerdo con las especificaciones del proyecto, así como que haya sido previamente equilibrada y puesta a punto y se hayan cumplido las exigencias previas que haya establecido el director de obra tales como limpieza, suministro de energías, etc.

Como mínimo deberán realizarse las pruebas específicas que se indican referentes a las exigencias de seguridad y uso racional de la energía. A continuación se realizarán las pruebas globales del conjunto de la instalación.

5.2.3. Pruebas globales.

Se realizarán como mínimo las siguientes pruebas globales, independientemente de aquellas otras que deseará el director de obra.

Comprobación de materiales, equipos y ejecución

Independientemente de las pruebas parciales, o controles de recepción realizados durante la ejecución se comprobará, por el director de obra, que los materiales y equipos instalados se corresponden con los especificados en el proyecto y contratados con la empresa instaladora, así como la correcta ejecución del montaje.

Se comprobará en general la limpieza y cuidado del buen acabado de la instalación.

Pruebas de prestaciones térmicas

Se realizarán las pruebas que a criterio del director de obra sean necesarias para comprobar el funcionamiento normal en régimen de invierno o verano, obteniendo en estadillo de condiciones higrótermas interiores para unas condiciones exteriores registradas.

Cuando la temperatura media en las habitaciones sea igual o superior a la contractual corregida, como se especifica más adelante en función de las condiciones meteorológicas exteriores, se dará como satisfactoria la eficacia térmica de la instalación.

Condiciones climatológicas exteriores

La mínima del día registrada no será inferior en 2° C o superior en 10 °C a la contractual exterior.

La temperatura en las habitaciones se corregirá como sigue:

Se disminuirá en 0,5° C por cada °C que la temperatura mínima del día haya sido inferior a la exterior contractual.

Se aumentará en 0,15° C por cada °C que la temperatura mínima del día haya sido superior a la exterior contractual.

Otras pruebas

Por último se comprobará que la instalación cumple con las exigencias de calidad, confortabilidad, seguridad y ahorro de energía que se dictan en estas instrucciones técnicas.

Particularmente se comprobará el buen funcionamiento de la regulación automática del sistema.

5.2.4. Recepción provisional.

Antes de realizar el acto de recepción provisional deberán haberse cumplido los siguientes requisitos previos:

Realización de las pruebas finales a perfecta satisfacción del director de obra.

Presentación del certificado de la instalación según el modelo adjunto ante la Delegación del Ministerio de industria y Energía.

PLIEGO DE CONDICIONES DE LA INSTALACIÓN DE ENERGÍA SOLAR.

1. CONDICIONES GENERALES DE LA INSTALACIÓN

1.1. CONDICIONES GENERALES

El objetivo básico del sistema solar es suministrar al usuario una instalación solar que:

- a) Optimice el ahorro energético global de la instalación en combinación con el resto de equipos térmicos del edificio.
- b) Garantice una durabilidad y calidad suficientes.
- c) Garantice un uso seguro de la instalación.

Las instalaciones se realizarán con un circuito primario y un circuito secundario independientes, con producto químico anticongelante, evitándose cualquier tipo de mezcla de los distintos fluidos que pueden operar en la instalación.

Si la instalación debe permitir que el agua alcance una temperatura de 60 °C, no se admitirá la presencia de componentes de acero galvanizado.

Respecto a la protección contra descargas eléctricas, las instalaciones deben cumplir con lo fijado en la reglamentación vigente y en las normas específicas que la regulen.

Se instalarán manguitos electrolíticos entre elementos de diferentes materiales para evitar el par galvánico.

1.1.1. Fluido de trabajo

El fluido portador se seleccionará de acuerdo con las especificaciones del fabricante de los captadores. Pueden utilizarse como fluidos en el circuito primario agua de la red, agua desmineralizada o agua con aditivos, según las características climatológicas del lugar de instalación y de la calidad del agua empleada. En caso de utilización de otros fluidos térmicos se incluirán en el proyecto su composición y su calor específico.

El fluido de trabajo tendrá un pH a 20 °C entre 5 y 9, y un contenido en sales que se ajustará a los señalados en los puntos siguientes:

- La salinidad del agua del circuito primario no excederá de 500 mg/l totales de sales solubles. En el caso de no disponer de este valor se tomará el de conductividad como variable limitante, no sobrepasando los 650 µS/cm.
- El contenido en sales de calcio no excederá de 200 mg/l, expresados como contenido en carbonato cálcico.
- El límite de dióxido de carbono libre contenido en el agua no excederá de 50 mg/l.

Fuera de estos valores, el agua deberá ser tratada.

1.1.2. Protección contra heladas

El fabricante, suministrador final, instalador o diseñador del sistema deberá fijar la mínima temperatura permitida en el sistema. Todas las partes del sistema que estén expuestas al exterior deben ser capaces de soportar la temperatura especificada sin daños permanentes en el sistema.

Cualquier componente que vaya a ser instalado en el interior de un recinto donde la temperatura pueda caer por debajo de los 0 °C, deberá estar protegido contra las heladas.

La instalación estará protegida, con un producto químico no tóxico cuyo calor específico no será inferior a 3 kJ/kg K, en 5 °C por debajo de la mínima histórica registrada con objeto de no producir daños en el circuito primario de captadores por heladas. Adicionalmente este producto químico mantendrá todas sus propiedades físicas y químicas dentro de los intervalos mínimo y máximo de temperatura permitida por todos los componentes y materiales de la instalación.

Se podrá utilizar otro sistema de protección contra heladas que, alcanzando los mismos niveles de protección, sea aprobado por la Administración Competente.

1.1.3. Sobrecalentamientos

1.1.3.1. Protección contra sobrecalentamientos

Se dotará a las instalaciones solares de dispositivos de control manuales o automáticos que eviten los sobrecalentamientos de la instalación que puedan dañar los materiales o equipos y penalicen la calidad del suministro energético. En el caso de dispositivos automáticos, se evitarán de manera especial las pérdidas de fluido anticongelante, el relleno con una conexión directa a la red y el control del sobrecalentamiento mediante el gasto excesivo de agua de red. Especial cuidado se tendrá con las instalaciones de uso estacional en las que en el periodo de no utilización se tomarán medidas que eviten el sobrecalentamiento por el no uso de la instalación.

Cuando el sistema disponga de la posibilidad de drenajes como protección ante sobrecalentamientos, la construcción deberá realizarse de tal forma que el agua caliente o vapor del drenaje no supongan ningún peligro para los habitantes y no se produzcan daños en el sistema, ni en ningún otro material en el edificio o vivienda.

Cuando las aguas sean duras, es decir con una concentración en sales de calcio entre 100 y 200 mg/l, se realizarán las previsiones necesarias para que la temperatura de trabajo de cualquier punto del circuito de consumo no sea superior a 60 °C, sin perjuicio de la aplicación de los requerimientos necesarios contra la legionella. En cualquier caso, se dispondrán los medios necesarios para facilitar la limpieza de los circuitos.

1.1.3.2. Protección contra quemaduras.

En sistemas de Agua Caliente Sanitaria, donde la temperatura de agua caliente en los puntos de consumo pueda exceder de 60 °C se instalará un sistema automático de mezcla u otro sistema que limite la temperatura de suministro a 60 °C, aunque en la parte solar pueda alcanzar una temperatura superior para sufragar las pérdidas. Este sistema deberá ser capaz de soportar la máxima temperatura posible de extracción del sistema solar.

1.1.3.3. Protección de materiales contra altas temperaturas.

El sistema deberá ser calculado de tal forma que nunca se exceda la máxima temperatura permitida por todos los materiales y componentes.

1.1.4. Resistencia a presión.

Los circuitos deben someterse a una prueba de presión de 1,5 veces el valor de la presión máxima de servicio. Se ensayará el sistema con esta presión durante al menos una hora no produciéndose daños permanentes ni fugas en los componentes del sistema y en sus interconexiones. Pasado este tiempo, la presión hidráulica no deberá caer más de un 10 % del valor medio medido al principio del ensayo.

El circuito de consumo deberá soportar la máxima presión requerida por las regulaciones nacionales / europeas de agua potable para instalaciones de agua de consumo abiertas o cerradas.

En caso de sistemas de consumo abiertos con conexión a la red, se tendrá en cuenta la máxima presión de la misma para verificar que todos los componentes del circuito de consumo soportan dicha presión.

1.1.5. Prevención de flujo inverso.

La instalación del sistema deberá asegurar que no se produzcan pérdidas energéticas relevantes debidas a flujos inversos no intencionados en ningún circuito hidráulico del sistema.

Al situarse los depósitos de acumulación por debajo del sistema de captación se deberán de tomar las medidas oportunas para prevenir la circulación natural que produce en flujo inverso.

Para evitar flujos inversos es aconsejable la utilización de válvulas antirretorno, salvo que el equipo sea por circulación natural.

2. CRITERIOS GENERALES DE CÁLCULO.

2.1. DIMENSIONADO BÁSICO.

En la memoria del proyecto se establecerá el método de cálculo, especificando, al menos en base mensual, los valores medios diarios de la demanda de energía y de la contribución solar. Asimismo el método de cálculo incluirá las prestaciones globales anuales definidas por:

- a) La demanda de energía térmica.
- b) La energía solar térmica aportada.
- c) Las fracciones solares mensuales y anuales.
- d) El rendimiento medio anual.

Se deberá comprobar si existe algún mes del año en el cual la energía producida teóricamente por la instalación solar supera la demanda correspondiente a la ocupación real o algún otro periodo de tiempo en el cual puedan darse las condiciones de sobrecalentamiento, tomándose en estos casos las medidas de protección de la instalación correspondientes. Durante ese periodo de tiempo se intensificarán los trabajos de vigilancia descritos en el apartado de mantenimiento. En una instalación de energía solar, el rendimiento del captador, independientemente de la aplicación y la tecnología usada, debe ser siempre igual o superior al 40%..

Adicionalmente se deberá cumplir que el rendimiento medio dentro del periodo al año en el que se utilice la instalación, deberá ser mayor que el 20 %.

2.2. SISTEMA DE CAPTACIÓN.

2.2.1. Generalidades.

El captador seleccionado deberá poseer la certificación emitida por el organismo competente en la materia según lo regulado en el RD 891/1980 de 14 de Abril, sobre homologación de los captadores solares y en la Orden de 28 de Julio de 1980 por la que se aprueban las normas e instrucciones técnicas complementarias para la homologación de los captadores solares, o la certificación o condiciones que considere la reglamentación que lo sustituya.

Se recomienda que los captadores que integren la instalación sean del mismo modelo, tanto por criterios energéticos como por criterios constructivos.

En las instalaciones destinadas exclusivamente a la producción de agua caliente sanitaria mediante energía solar, se recomienda que los captadores tengan un coeficiente global de pérdidas, referido a la curva de rendimiento en función de la temperatura ambiente y temperatura de entrada, menor de 10 Wm²/°C, según los coeficientes definidos en la normativa en vigor.

2.2.2. Conexionado.

Se debe prestar especial atención en la estanqueidad y durabilidad de las conexiones del captador.

Los captadores se dispondrán en filas constituidas, preferentemente, por el mismo número de elementos. Las filas de captadores se pueden conectar entre sí en paralelo, en serie ó en serie-paralelo, debiéndose instalar válvulas de cierre, en la entrada y salida de las distintas baterías de captadores y entre las bombas, de manera que puedan utilizarse para aislamiento de estos componentes en labores de mantenimiento, sustitución, etc. Además se instalará una válvula de seguridad por fila con el fin de proteger la instalación.

Dentro de cada fila los captadores se conectarán en serie ó en paralelo. El número de captadores que se pueden conectar en paralelo tendrá en cuenta las limitaciones del fabricante. En el caso de que la aplicación sea exclusivamente de ACS se podrán conectar en serie hasta 10 m² en las zonas climáticas I y II, hasta 8 m² en la zona climática III y hasta 6 m² en las zonas climáticas IV y V.

La conexión entre captadores y entre filas se realizará de manera que el circuito resulte equilibrado hidráulicamente recomendándose el retorno invertido frente a la instalación de válvulas de equilibrado.

2.2.3. Estructura soporte.

Se aplicará a la estructura soporte las exigencias del Código Técnico de la Edificación en cuanto a seguridad.

El cálculo y la construcción de la estructura y el sistema de fijación de captadores permitirá las necesarias dilataciones térmicas, sin transferir cargas que puedan afectar a la integridad de los captadores o al circuito hidráulico.

Los puntos de sujeción del captador serán suficientes en número, teniendo el área de apoyo y posición relativa adecuada, de forma que no se produzcan flexiones en el captador, superiores a las permitidas por el fabricante.

Los topes de sujeción de captadores y la propia estructura no arrojarán sombra sobre los captadores.

2.3. SISTEMA DE ACUMULACIÓN SOLAR.

2.3.1. Generalidades.

El sistema solar se debe concebir en función de la energía que aporta a lo largo del día y no en función de la potencia del generador (captadores solares), por tanto se debe prever una acumulación acorde con la demanda al no ser ésta simultánea con la generación.

Para la aplicación de ACS, el área total de los captadores tendrá un valor tal que se cumpla la condición:

$$50 < V/A < 180$$

Siendo:

- A la suma de las áreas de los captadores [m²]
- V el volumen del depósito de acumulación solar [litros].

Es admisible prever un conexionado puntual entre el sistema auxiliar y el acumulador solar, de forma que se pueda calentar este último con el auxiliar. En ambos casos deberá ubicarse un termómetro cuya lectura sea fácilmente visible por el usuario. No obstante, se podrán realizar otros métodos de tratamiento antilegionela permitidos por la legislación vigente.

Los acumuladores de los sistemas con un volumen mayor de 2 m³ deben llevar válvulas de corte u otros sistemas adecuados para cortar flujos al exterior del depósito no intencionados en caso de daños del sistema.

2.3.2. Situación de las conexiones.

Las conexiones de entrada y salida se situarán de forma que se eviten caminos preferentes de circulación del fluido y, además:

- a) la conexión de entrada de agua caliente procedente del intercambiador o de los captadores al interacumulador se realizará, preferentemente a una altura comprendida entre el 50% y el 75% de la altura total del mismo.
- b) la conexión de salida de agua fría del acumulador hacia el intercambiador o los captadores se realizará por la parte inferior de éste.
- c) la conexión de retorno de consumo al acumulador y agua fría de red se realizarán por la parte inferior.
- d) la extracción de agua caliente del acumulador se realizará por la parte superior.

La conexión de los acumuladores permitirá la desconexión individual de los mismos sin interrumpir el funcionamiento de la instalación.

No se permite la conexión de un sistema de generación auxiliar en el acumulador solar, ya que esto puede suponer una disminución de las posibilidades de la instalación solar para proporcionar las prestaciones energéticas que se pretenden obtener con este tipo de instalaciones. Para los equipos de instalaciones solares que vengan preparados

de fábrica para albergar un sistema auxiliar eléctrico, se deberá anular esta posibilidad de forma permanente, mediante sellado irreversible u otro medio.

2.4. CIRCUITO HIDRÁULICO.

2.4.1. Generalidades.

Debe concebirse inicialmente un circuito hidráulico de por sí equilibrado. Si no fuera posible, el flujo debe ser controlado por válvulas de equilibrado.

El caudal del fluido portador se determinará de acuerdo con las especificaciones del fabricante como consecuencia del diseño de su producto. En su defecto su valor estará comprendido entre 1,2 l/s y 2 l/s por cada 100 m² de red de captadores. En las instalaciones en las que los captadores estén conectados en serie, el caudal de la instalación se obtendrá aplicando el criterio anterior y dividiendo el resultado por el número de captadores conectados en serie.”

2.4.2. Tuberías.

El sistema de tuberías y sus materiales deben ser tales que no exista posibilidad de formación de obturaciones o depósitos de cal para las condiciones de trabajo.

Con objeto de evitar pérdidas térmicas, la longitud de tuberías del sistema deberá ser tan corta como sea posible y evitar al máximo los codos y pérdidas de carga en general. Los tramos horizontales tendrán siempre una pendiente mínima del 1% en el sentido de la circulación.

El aislamiento de las tuberías de intemperie deberá llevar una protección externa que asegure la durabilidad ante las acciones climatológicas admitiéndose revestimientos con pinturas asfálticas, poliésteres reforzados con fibra de vidrio o pinturas acrílicas. El aislamiento no dejará zonas visibles de tuberías o accesorios, quedando únicamente al exterior los elementos que sean necesarios para el buen funcionamiento y operación de los componentes.

2.4.3. Bombas.

Si el circuito de captadores está dotado con una bomba de circulación, la caída de presión se debería mantener aceptablemente baja en todo el circuito.

Siempre que sea posible, las bombas en línea se montarán en las zonas más frías del circuito, teniendo en cuenta que no se produzca ningún tipo de cavitación y siempre con el eje de rotación en posición horizontal.

En instalaciones superiores a 50 m² se montarán dos bombas idénticas en paralelo, dejando una de reserva, tanto en el circuito primario como en el secundario. En este caso se preverá el funcionamiento alternativo de las mismas, de forma manual o automática.

2.4.4. Vasos de expansión.

Los vasos de expansión preferentemente se conectarán en la aspiración de la bomba. La altura en la que se situarán los vasos de expansión abiertos será tal que asegure el no desbordamiento del fluido y la no introducción de aire en el circuito primario.

2.4.5. Purga de aire.

En los puntos altos de la salida de baterías de captadores y en todos aquellos puntos de la instalación donde pueda quedar aire acumulado, se colocarán sistemas de purga constituidos por botellines de desaireación y purgador manual o automático. El volumen útil del botellín será superior a 100 cm³. Este volumen podrá disminuirse si se instala a la salida del circuito solar y antes del intercambiador un desaireador con purgador automático.

En el caso de utilizar purgadores automáticos, adicionalmente, se colocarán los dispositivos necesarios para la purga manual.

2.4.6. Drenaje.

Los conductos de drenaje de las baterías de captadores se diseñarán en lo posible de forma que no puedan congelarse.

2.5. SISTEMA DE ENERGÍA CONVENCIONAL AUXILIAR.

Para asegurar la continuidad en el abastecimiento de la demanda térmica, las instalaciones de energía solar deben disponer de un sistema de energía convencional auxiliar.

Queda prohibido el uso de sistemas de energía convencional auxiliar en el circuito primario de captadores.

El sistema convencional auxiliar se diseñara para cubrir el servicio como si no se dispusiera del sistema solar. Sólo entrará en funcionamiento cuando sea estrictamente necesario y de forma que se aproveche lo máximo posible la energía extraída del campo de captación.

El sistema de aporte de energía convencional auxiliar con acumulación o en línea, siempre dispondrá de un termostato de control sobre la temperatura de preparación que en condiciones normales de funcionamiento permitirá cumplir con la legislación vigente en cada momento referente a la prevención y control de la legionelosis.

La temperatura de tarado del termostato de seguridad será, como máximo, 10 °C mayor que la temperatura máxima de impulsión.

2.6. SISTEMA DE CONTROL.

El sistema de control asegurará el correcto funcionamiento de las instalaciones, procurando obtener un buen aprovechamiento de la energía solar captada y asegurando un uso adecuado de la energía auxiliar. El sistema de regulación y control comprenderá el control de funcionamiento de los circuitos y los sistemas de protección y seguridad contra sobrecalentamientos, heladas etc.

En circulación forzada, el control de funcionamiento normal de las bombas del circuito de captadores, deberá ser siempre de tipo diferencial y, en caso de que exista depósito de acumulación solar, deberá actuar en función de la diferencia entre la temperatura del fluido portador en la salida de la batería de los captadores y la del depósito de acumulación. El sistema de control actuará y estará ajustado de manera que las bombas no estén en marcha cuando la diferencia de temperaturas sea menor de 2°C y no estén paradas cuando la diferencia sea mayor de 7°C. La diferencia de temperaturas entre los puntos de arranque y de parada de termostato diferencial no será menor que 2 °C.

Las sondas de temperatura para el control diferencial se colocarán en la parte superior de los captadores de forma que representen la máxima temperatura del circuito de captación. El sensor de temperatura de la acumulación se colocará preferentemente en la parte inferior en una zona no influenciada por la circulación del circuito secundario o por el calentamiento del intercambiador si éste fuera incorporado.

El sistema de control asegurará que en ningún caso se alcancen temperaturas superiores a las máximas soportadas por los materiales, componentes y tratamientos de los circuitos.

El sistema de control asegurará que en ningún punto la temperatura del fluido de trabajo descienda por debajo de una temperatura 3°C superior a la de congelación del fluido.

Alternativamente al control diferencial, se podrán usar sistemas de control accionados en función de la radiación solar.

Las instalaciones con varias aplicaciones deberán ir dotadas con un sistema individual para seleccionar la puesta en marcha de cada una de ellas, complementado con otro que regule la aportación de energía a la misma. Esto se puede realizar por control de temperatura o caudal actuando sobre una válvula de reparto, de tres vías todo o nada, bombas de circulación, o por combinación de varios mecanismos.

2.7. SISTEMA DE MEDIDA.

Además de los aparatos de medida de presión y temperatura que permitan la correcta operación, para el caso de instalaciones mayores de 20 m² se deberá disponer al menos de un sistema analógico de medida local y registro de datos que indique como mínimo las siguientes variables:

- a) Temperatura de entrada agua fría de red.
- b) Temperatura de salida acumulador solar.
- c) Caudal de agua fría de red.

El tratamiento de los datos proporcionará al menos la energía solar térmica acumulada a lo largo del tiempo.

3. COMPONENTES

3.1. CAPTADORES SOLARES.

Los captadores con absorbente de hierro no pueden ser utilizados bajo ningún concepto.

Cuando se utilicen captadores con absorbente de aluminio, obligatoriamente se utilizarán fluidos de trabajo con un tratamiento inhibidor de los iones de cobre e hierro.

El captador llevará, preferentemente, un orificio de ventilación de diámetro no inferior a 4 mm situado en la parte inferior de forma que puedan eliminarse acumulaciones de agua en el captador.

El orificio se realizará de forma que el agua pueda drenarse en su totalidad sin afectar al aislamiento.

Se montará el captador, entre los diferentes tipos existentes en el mercado, que mejor se adapte a las características y condiciones de trabajo de la instalación, siguiendo siempre las especificaciones y recomendaciones dadas por el fabricante.

Las características ópticas del tratamiento superficial aplicado al absorbedor, no deben quedar modificadas substancialmente en el transcurso del periodo de vida previsto por el fabricante, incluso en condiciones de temperaturas máximas del captador.

La carcasa del captador debe asegurar que en la cubierta se eviten tensiones inadmisibles, incluso bajo condiciones de temperatura máxima alcanzable por el captador.

El captador llevará en lugar visible una placa en la que consten, como mínimo, los siguientes datos:

- a) Nombre y domicilio de la empresa fabricante, y eventualmente su anagrama.
- b) Modelo, tipo, año de producción.
- c) Número de serie de fabricación;
- d) Área total del captador;
- e) Peso del captador vacío, capacidad de líquido;
- f) Presión máxima de servicio.

Esta placa estará redactada como mínimo en castellano y podrá ser impresa o grabada con la condición que asegure que los caracteres permanecen indelebles.

3.2. ACUMULADORES.

Cuando el intercambiador esté incorporado al acumulador, la placa de identificación indicará además, los siguientes datos:

- a) Superficie de intercambio térmico en m².
- b) Presión máxima de trabajo, del circuito primario.

Cada acumulador vendrá equipado de fábrica de los necesarios manguitos de acoplamiento, soldados antes del tratamiento de protección, para las siguientes funciones:

- a) Manguitos roscados para la entrada de agua fría y la salida de agua caliente.
- b) Registro embridado para inspección del interior del acumulador y eventual acoplamiento del serpentín.
- c) Manguitos roscados para la entrada y salida del fluido primario.
- d) Manguitos roscados para accesorios como termómetro y termostato.
- e) Manguito para el vaciado.

En cualquier caso la placa característica del acumulador indicará la pérdida de carga del mismo.

Los depósitos mayores de 750 l dispondrán de una boca de hombre con un diámetro mínimo de 400 mm, fácilmente accesible, situada en uno de los laterales del acumulador y cerca del suelo, que permita la entrada de una persona en el interior del depósito de modo sencillo, sin necesidad de desmontar tubos ni accesorios.

El acumulador estará enteramente recubierto con material aislante y, es recomendable disponer una protección mecánica en chapa pintada al horno, PRFV, o lámina de material plástica.

Podrán utilizarse acumuladores de las características y tratamientos descritos a continuación:

- a) Acumuladores de acero vitrificado con protección catódica.
- b) Acumuladores de acero con un tratamiento que asegure la resistencia a temperatura y corrosión con un sistema de protección catódica.
- c) Acumuladores de acero inoxidable adecuado al tipo de agua y temperatura de trabajo.
- d) Acumuladores de cobre.
- e) Acumuladores no metálicos que soporten la temperatura máxima del circuito y este autorizada su utilización por las compañías de suministro de agua potable.
- f) Acumuladores de acero negro (sólo en circuitos cerrados, cuando el agua de consumo pertenezca a un circuito terciario).
- g) Los acumuladores se ubicarán en lugares adecuados que permitan su sustitución por envejecimiento o averías.

3.3. BOMBAS DE CIRCULACIÓN.

Los materiales de la bomba del circuito primario serán compatibles con las mezclas anticongelantes y en general con el fluido de trabajo utilizado.

Cuando las conexiones de los captadores son en paralelo, el caudal nominal será el igual caudal unitario de diseño multiplicado por la superficie total de captadores en paralelo.

Tabla 3.1. Potencia eléctrica máxima de la bomba.

Sistema	Potencia eléctrica de la bomba
Sistema pequeño	50 W o 2% de la mayor potencia calorífica que pueda suministrar el grupo de captadores
Sistemas grandes	1 % de la mayor potencia calorífica que puede suministrar el grupo de captadores

La potencia máxima de la bomba especificada anteriormente excluye la potencia de las bombas de los sistemas de drenaje con recuperación, que sólo es necesaria para rellenar el sistema después de un drenaje.

La bomba permitirá efectuar de forma simple la operación de desaireación o purga.

3.4. TUBERÍAS.

En las tuberías del circuito primario podrán utilizarse como materiales el cobre y el acero inoxidable, con uniones roscadas, soldadas o embridadas y protección exterior con pintura anticorrosiva.

En el circuito secundario o de servicio de agua caliente sanitaria, podrá utilizarse cobre y acero inoxidable. Podrán utilizarse materiales plásticos que soporten la temperatura máxima del circuito y que le sean de aplicación y esté autorizada su utilización por las compañías de suministro de agua potable.

3.5. VÁLVULAS.

La elección de las válvulas se realizará, de acuerdo con la función que desempeñen y las condiciones extremas de funcionamiento (presión y temperatura) siguiendo preferentemente los criterios que a continuación se citan:

- a) para aislamiento: válvulas de esfera.
- b) para equilibrado de circuitos: válvulas de asiento;
- c) para vaciado: válvulas de esfera o de macho;
- d) para llenado: válvulas de esfera;
- e) para purga de aire: válvulas de esfera o de macho;
- f) para seguridad: válvula de resorte;
- g) para retención: válvulas de disco de doble compuerta, o de clapeta.

Las válvulas de seguridad, por su importante función, deben ser capaces de derivar la potencia máxima del captador o grupo de captadores, incluso en forma de vapor, de manera que en ningún caso sobrepase la máxima presión de trabajo del captador o del sistema.

3.6. VASOS DE EXPANSIÓN.

3.6.1. Vasos de expansión abiertos.

Los vasos de expansión abiertos, cuando se utilicen como sistemas de llenado o de rellenado, dispondrán de una línea de alimentación, mediante sistemas tipo flotador o similar.

3.6.2. Vasos de expansión cerrados.

El dispositivo de expansión cerrada del circuito de captadores deberá estar dimensionado de tal forma que, incluso después de una interrupción del suministro de potencia a la bomba de circulación del circuito de captadores, justo cuando la radiación solar sea máxima, se pueda restablecer la operación automáticamente cuando la potencia esté disponible de nuevo.

Cuando el medio de transferencia de calor pueda evaporarse bajo condiciones de estancamiento, hay que realizar un dimensionado especial del volumen de expansión: Además de dimensionarlo como es usual en sistemas de calefacción cerrados (la expansión del medio de transferencia de calor completo), el depósito de expansión deberá ser capaz de compensar el volumen del medio de transferencia de calor en todo el grupo de captadores completo incluyendo todas las tuberías de conexión entre captadores más un 10 %.

El aislamiento no dejará zonas visibles de tuberías o accesorios, quedando únicamente al exterior los elementos que sean necesarios para el buen funcionamiento y operación de los componentes.

Los aislamientos empleados serán resistentes a los efectos de la intemperie, pájaros y roedores.

3.7. PURGADORES.

Se evitará el uso de purgadores automáticos cuando se prevea la formación de vapor en el circuito.

Los purgadores automáticos deben soportar, al menos, la temperatura de estancamiento del captador y en cualquier caso hasta 130 °C en las zonas climáticas I, II y III, y de 150 °C en las zonas climáticas IV y V.

3.8. SISTEMA DE LLENADO.

Los circuitos con vaso de expansión cerrado deben incorporar un sistema de llenado manual o automático que permita llenar el circuito y mantenerlo presurizado. En general, es muy recomendable la adopción de un sistema de llenado automático con la inclusión de un depósito de recarga u otro dispositivo, de forma que nunca se utilice directamente un fluido para el circuito primario cuyas características incumplan esta Sección del Código Técnico o con una concentración de anticongelante más baja. Será obligatorio cuando, por el emplazamiento de la instalación, en alguna época del año pueda existir riesgo de heladas o cuando la fuente habitual de suministro de agua

incumpla las condiciones de pH y pureza requeridas en esta Sección del Código Técnico.

En cualquier caso, nunca podrá rellenarse el circuito primario con agua de red si sus características pueden dar lugar a incrustaciones, deposiciones o ataques en el circuito, o si este circuito necesita anticongelante por riesgo de heladas o cualquier otro aditivo para su correcto funcionamiento.

Las instalaciones que requieran anticongelante deben incluir un sistema que permita el relleno manual del mismo.

Para disminuir los riesgos de fallos se evitarán los aportes incontrolados de agua de reposición a los circuitos cerrados y la entrada de aire que pueda aumentar los riesgos de corrosión originados por el oxígeno del aire. Es aconsejable no usar válvulas de llenado automáticas.

3.9. SISTEMA ELÉCTRICO Y DE CONTROL.

La localización e instalación de los sensores de temperatura deberá asegurar un buen contacto térmico con la parte en la cual hay que medir la temperatura, para conseguirlo en el caso de las de inmersión se instalarán en contra corriente con el fluido. Los sensores de temperatura deben estar aislados contra la influencia de las condiciones ambientales que le rodean.

La ubicación de las sondas ha de realizarse de forma que éstas midan exactamente las temperaturas que se desean controlar, instalándose los sensores en el interior de vainas y evitándose las tuberías separadas de la salida de los captadores y las zonas de estancamiento en los depósitos.

Preferentemente las sondas serán de inmersión. Se tendrá especial cuidado en asegurar una adecuada unión entre las sondas de contactos y la superficie metálica.

4. MANTENIMIENTO.

Sin perjuicio de aquellas operaciones de mantenimiento derivadas de otras normativas, para englobar todas las operaciones necesarias durante la vida de la instalación para asegurar el funcionamiento, aumentar la fiabilidad y prolongar la duración de la misma, se definen dos escalones complementarios de actuación:

- a) Plan de vigilancia.
- b) Plan de mantenimiento preventivo.

4.1. PLAN DE VIGILANCIA.

El plan de vigilancia se refiere básicamente a las operaciones que permiten asegurar que los valores operacionales de la instalación sean correctos. Es un plan de observación simple de los parámetros funcionales principales, para verificar el correcto funcionamiento de la instalación.

Tendrá el alcance descrito en la tabla 4.1:

Tabla 4.1.

Elemento de la instalación	Operación	Frecuencia (meses)	Descripción
CAPTADORES	Limpieza de cristales.	A determinar	Con agua y productos adecuados
	Cristales.	3	IV condensaciones en las horas centrales del día.
	Juntas.	3	IV Agrietamientos y deformaciones.
	Absorbedor.	3	Corrosión, deformación, fugas, etc.
	Conexiones.	3	fugas.
	Estructura.	3	degradación, indicios de corrosión.
CIRCUITO PRIMARIO	Tubería, aislamiento y sistema de llenado	6	IV Ausencia de humedad y fugas.
	Purgador manual	3	Vaciar el aire del botellín.
CIRCUITO SECUNDARIO	Termómetro	Diaria	temperatura
	Tubería y aislamiento	6	IV Ausencia de humedad y fugas.
	Acumulador solar	3	Purgado de la acumulación de lodos de la parte inferior del depósito.

*IV: inspección visual

4.2. PLAN DE MANTENIMIENTO.

Son operaciones de inspección visual, verificación de actuaciones y otros, que aplicados a la instalación deben permitir mantener dentro de límites aceptables las condiciones de funcionamiento, prestaciones, protección y durabilidad de la instalación.

El mantenimiento implicará, como mínimo, una revisión anual de la instalación para instalaciones con superficie de captación inferior a 20 m² y una revisión cada seis meses para instalaciones con superficie de captación superior a 20 m².

El plan de mantenimiento debe realizarse por personal técnico competente que conozca la tecnología solar térmica y las instalaciones mecánicas en general. La instalación tendrá un libro de mantenimiento en el que se reflejen todas las operaciones realizadas así como el mantenimiento correctivo.

El mantenimiento ha de incluir todas las operaciones de mantenimiento y sustitución de elementos fungibles ó desgastados por el uso, necesarias para asegurar que el sistema funcione correctamente durante su vida útil.

A continuación se desarrollan de forma detallada las operaciones de mantenimiento que deben realizarse en las instalaciones de energía solar térmica para producción de agua caliente, la periodicidad mínima establecida (en meses) y observaciones en relación con las prevenciones a observar.

Tabla 4.2. Sistema de captación.

Equipo	Frecuencia (meses)	Descripción
Captadores	6	IV diferencias sobre original. IV diferencias entre captadores.
Cristales	6	IV condensaciones y suciedad
Juntas	6	IV agrietamientos, deformaciones
Absorbedor	6	IV corrosión, deformaciones
Carcasa	6	IV deformación, oscilaciones, ventanas de respiración
Conexiones	6	IV aparición de fugas
Estructura	6	IV degradación, indicios de corrosión, y apriete de tornillos
Captadores*	12	Tapado parcial del campo de captadores
Captadores*	12	Destapado parcial del campo de captadores
Captadores*	12	Vaciado parcial del campo de captadores
Captadores*	12	Llenado parcial del campo de captadores

IV: inspección visual

Tabla 4.3. Sistema de acumulación.

Equipo	Frecuencia (meses)	Descripción
Depósito	12	Presencia de lodos en fondo
Ánodos sacrificio	12	Comprobación del desgaste
Ánodos de corriente impresa	12	Comprobación del buen funcionamiento
Aislamiento	12	Comprobar que no hay humedad

Tabla 4.4. Sistema de intercambio.

Equipo	Frecuencia (meses)	Descripción
Intercambiador de placas	12	CF eficiencia y prestaciones
	12	Limpieza
Intercambiador de serpentín	12	CF eficiencia y prestaciones
	12	Limpieza

CF: control de funcionamiento

Tabla 4.5. Circuito hidráulico.

Equipo	Frecuencia (meses)	Descripción
Fluido refrigerante	12	Comprobar su densidad y pH
Estanqueidad	24	Efectuar prueba de presión
Aislamiento al exterior	6	IV degradación protección uniones y ausencia de humedad
Aislamiento al interior	12	IV uniones y ausencia de humedad
Purgador automático	12	CF y limpieza
Purgador manual	6	Vaciar el aire del botellín
Bomba	12	Estanqueidad
Vaso de expansión cerrado	6	Comprobación de la presión
Vaso de expansión abierto	6	Comprobación del nivel
Sistema de llenado	6	CF actuación
Válvula de corte	12	CF actuaciones (abrir y cerrar) para evitar agarrotamiento
Válvula de seguridad	12	CF actuación

IV: inspección visual

CF: control de funcionamiento

Tabla 4.6. Sistema eléctrico y de control.

Equipo	Frecuencia (meses)	Descripción
Cuadro eléctrico	12	Comprobar que está siempre bien cerrado para que no entre polvo
Control diferencial	12	CF actuación
Termostato	12	CF actuación
Verificación del sistema de medida	12	CF actuación

CF: control de funcionamiento

Tabla 4.7. Sistema de energía auxiliar.

Equipo	Frecuencia (meses)	Descripción
Sistema auxiliar	12	CF actuación
Sondas de temperatura	12	CF actuación

CF: control de funcionamiento

Nota: Para las instalaciones menores de 20 m² se realizarán conjuntamente en la inspección anual las labores del plan de mantenimiento que tienen una frecuencia de 6 y 12 meses.

No se incluyen los trabajos propios del mantenimiento del sistema auxiliar.

PLIEGO DE CONDICIONES DE LA INSTALACIÓN DE BIOMASA.

1.- GENERALIDADES.

1.1.- AMBITO DE APLICACIÓN.

El ámbito de aplicación de las prescripciones Técnicas, se extiende a todas aquellas unidades y partidas que figuren en la presente licitación o a aquellas instalaciones que imponga el criterio de la propiedad en la fase de ejecución.

1.2.- MEDICION Y VALORACION.

Se realizará con arreglo a las especificaciones desarrolladas en el documento de medición presupuesto y en su defecto se seguirán las directrices del Pliego de condiciones Administrativas.

En los casos donde aparezcan en el presupuesto unidades que no figuren en el referido capítulo o que por sus características especiales no puedan considerarse suficientemente definidas, la medición se realizará de acuerdo con los criterios generales seguidos en la confección de la Medición y Presupuesto y con arreglo a las condiciones técnicas particulares de la instalación.

1.3.- MATERIALES Y APARATOS.

Todos los materiales y equipos suministrados por la Empresa Instaladora deberán ser nuevos y de la calidad exigida por el Pliego de Condiciones.

La oferta incluirá el transporte de los materiales a pie de obra, así como la mano de obra para el montaje de materiales y equipos y para las pruebas de recepción, equipada con las debidas herramientas, utensilios e instrumentos de medida.

Se preestablecerá un lugar adecuado para el almacenamiento de los materiales, donde se encuentren debidamente preservados de los agentes externos.

1.4.- SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO.

Se cumplirá con lo establecido por el Reglamento de Seguridad e Higiene en el Trabajo y demás normativa en materia de seguridad.

1.5.-RESPONSABILIDADES

La Empresa Instaladora será responsable de la perfecta ejecución de la instalación proyectada de acuerdo al presente Pliego de Condiciones y memoria específica.

1.6.- NORMAS

Será de general aplicación la Normativa legal recogida la presente memoria que le es de aplicación a la instalación proyectada en el mismo.

2.- CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES.

2.1.- PROCEDENCIA Y CONDICIONES DE LOS MATERIALES.

Todos los equipos y materiales que intervengan en las instalaciones objeto de esta licitación procederán de factorías que merezcan plena garantía, de primera calidad.

Cumplirán con las condiciones que para cada uno de ellos se especifiquen en los artículos que siguen.

El contratista presentará con la debida antelación a la propiedad cuantos materiales se vayan a emplear, para su reconocimiento y aprobación, sin la cual no se autorizará su colocación y puesta en obra, debiéndose demoler lo ejecutado con ellos.

2.2- CALDERAS.

Serán de un tipo registrado por el ministerio de Industria y Energía, y deberán ir provistas de los siguientes elementos:

- utensilios necesarios para limpieza y conducción del fuego.
- Aparatos de medida de temperatura y altura que irán colocados en lugar visible.
- Termostato manual y de seguridad.
- Orificios de conexión de tuberías de ida y retorno.
- Orificio de conexión de gases quemados.

2.3-QUEMADORES.

Serán de un modelo homologado por el Ministerio de Industria y Energía y dispondrán de etiqueta de identificación energética.

No presentarán en ninguna de sus partes deformaciones, fisuras, ni señales de haber sido sometidos a malos tratos antes o durante la instalación.

Sus piezas y uniones serán perfectamente estancas.

2.4.- REGULACIÓN Y CONTROL.

Termostatos y reguladores de temperatura ambiente conectados a un sistema de control centralizado.

Los actuadores serán del tipo proporcional.

Los reguladores tendrán salida proporcional y permitirán regulación entre 10 y 30 °C.

El error máximo obtenido en laboratorio, entre la temperatura real existente y la indicada por el regulador una vez alcanzado el equilibrio, será como máximo de 1 °C.

El diferencial estático de los termostatos no será superior a 1,5 °C.

El termostato resistirá sin que sufran modificaciones sus características, 10.000 ciclos de apertura-cierre, a la máxima carga prevista para el circuito mandado por el termostato.

2.5.- RECONOCIMIENTO DE LOS MATERIALES.

Los equipos y materiales serán reconocidos por la Propiedad, antes de su empleo en la instalación, no constituyendo este reconocimiento aprobación definitiva.

Independientemente de lo explícitamente indicado en cada clase de material, el instalador presentará oportunamente ante la propiedad muestras para su aprobación, las cuales se conservarán para comprobación en su día de los materiales que se empleen en la instalación.

3.- EJECUCION Y CONTROL DE INSTALACION.

3.1.- TECNICO ENCARGADO DE LA INSTALACION.

El instalador está obligado a proponer un Técnico responsable de la ejecución de la instalación que mantendrá informada a la propiedad del desarrollo de la misma.

3.2.- CONDICIONES DE LA MANO DE OBRA.

Con independencia de las estipulaciones del presente Pliego de Condiciones se exigirán las siguientes condiciones a todo el personal que trabaje en la obra:

3.2.1.- Sanitarias.

No padecer enfermedades infecto-contagiosas y estar física y mentalmente preparado para la ejecución de los trabajos que se le encomienden.

3.2.2.- Profesionales.

Todo el personal cualificado acreditará su categoría profesional, avalada por las corporaciones sindicales y colegiales competentes. Todo el personal pertenecerá a una empresa que tenga la calificación de instaladora por el ministerio de industria y energía.

3.2.3.-Asistenciales.

Estar debidamente asegurado según la legislación vigente.

3.3.- NORMAS GENERALES DE EJECUCIÓN.

Las instalaciones se realizarán teniendo fundamentalmente que obtener un buen funcionamiento durante el período de vida de los equipos, siguiendo en general las instrucciones de los fabricantes de los equipos.

La ejecución de la instalación se ajustará a planos y a las condiciones del presente documento, respetando marcas, modelos y tipo de equipos propuestos.

Se protegerán todos los equipos contra entrada de cuerpos extraños.

En los circuitos de fluidos caloportadores se indicará el sentido de circulación de circulación de los mismos mediante el código de colores normalizados.

Las válvulas de seguridad serán conducidas para evitar daños personales hacia sumideros visibles.

Los aparatos se conectarán de forma que queden orientados adecuadamente y que no supongan un riesgo por su normal funcionamiento.

3.4.-CALDERAS.

Se colocarán en su ubicación definitiva sobre una base incombustible e inalterable en las condiciones de funcionamiento de la caldera.

Estarán equipadas con los elementos de seguridad y control que determine la normativa que le es de aplicación.

3.5.- RECEPCION DE MATERIALES.

A lo largo de la ejecución de la instalación se realizarán pruebas parciales, controles de recepción, etc. De todos los elementos que indique la propiedad.

Terminada la instalación, será sometida en parte o en su conjunto a las pruebas que indique la propiedad, y que serán como mínimo las siguientes:

- Rendimiento.
- Funcionamiento de motores eléctricos.
- Comprobación de elementos de seguridad.

Ejecutadas las mencionadas pruebas se realizará la recepción provisional de la instalación con la cumplimentación de los siguientes documentos:

- acta suscrita por director de obra y empresa instaladora.
- Resultado de las pruebas.
- Libro de mantenimiento.
- Copias del certificado de la instalación.

PLIEGO DE CONDICIONES DE LA INSTALACIÓN GEOTÉRMICA.

1.- GENERALIDADES.

1.1.- AMBITO DE APLICACIÓN.

El ámbito de aplicación de las prescripciones Técnicas, se extiende a todas aquellas unidades y partidas que figuren en la presente licitación o a aquellas instalaciones que imponga el criterio de la propiedad en la fase de ejecución.

1.2.- MEDICION Y VALORACION.

Se realizará con arreglo a las especificaciones desarrolladas en el documento de medición presupuesto y en su defecto se seguirán las directrices del Pliego de condiciones Administrativas.

En los casos donde aparezcan en el presupuesto unidades que no figuren en el referido capítulo o que por sus características especiales no puedan considerarse suficientemente definidas, la medición se realizará de acuerdo con los criterios generales seguidos en la confección de la Medición y Presupuesto y con arreglo a las condiciones técnicas particulares de la instalación.

1.3.- MATERIALES Y APARATOS.

Todos los materiales y equipos suministrados por la Empresa Instaladora deberán ser nuevos y de la calidad exigida por el Pliego de Condiciones.

La oferta incluirá el transporte de los materiales a pie de obra, así como la mano de obra para el montaje de materiales y equipos y para las pruebas de recepción, equipada con las debidas herramientas, utensilios e instrumentos de medida.

Se preestablecerá un lugar adecuado para el almacenamiento de los materiales, donde se encuentren debidamente preservados de los agentes externos.

1.4.- SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO.

Se cumplirá con lo establecido por el Reglamento de Seguridad e Higiene en el Trabajo y demás normativa en materia de seguridad.

1.5.-RESPONSABILIDADES

La Empresa Instaladora será responsable de la perfecta ejecución de la instalación proyectada de acuerdo al presente Pliego de Condiciones y memoria específica.

1.6.- NORMAS

Será de general aplicación la Normativa legal recogida la presente memoria que le es de aplicación a la instalación proyectada en el mismo.

2.- CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES.

2.1.- PROCEDENCIA Y CONDICIONES DE LOS MATERIALES.

Todos los equipos y materiales que intervengan en las instalaciones objeto de esta licitación procederán de factorías que merezcan plena garantía, de primera calidad.

Cumplirán con las condiciones que para cada uno de ellos se especifiquen en los artículos que siguen.

El contratista presentará con la debida antelación a la propiedad cuantos materiales se vayan a emplear, para su reconocimiento y aprobación, sin la cual no se autorizará su colocación y puesta en obra, debiéndose demoler lo ejecutado con ellos.

2.2- BOMBA DE CALOR.

Serán de un tipo registrado por el ministerio de Industria y Energía, y deberán ir provistas de los siguientes elementos:

- Utensilios necesarios para limpieza.
- Aparatos de medida de temperatura y altura que irán colocados en lugar visible.
- Termostato manual y de seguridad.
- Orificios de conexión de tuberías de ida y retorno.

2.3-SONDA GEOTÉRMICA.

Serán de un modelo homologado por el Ministerio de Industria y Energía y dispondrán de etiqueta de identificación energética.

No presentarán en ninguna de sus partes deformaciones, fisuras, ni señales de haber sido sometidos a malos tratos antes o durante la instalación.

Sus piezas y uniones serán perfectamente estancas.

2.4.- REGULACIÓN Y CONTROL.

Termostatos y reguladores de temperatura ambiente conectados a un sistema de control centralizado.

Los actuadores serán del tipo proporcional.

Los reguladores tendrán salida proporcional y permitirán regulación entre 10 y 30 °C.

El error máximo obtenido en laboratorio, entre la temperatura real existente y la indicada por el regulador una vez alcanzado el equilibrio, será como máximo de 1 °C.

El diferencial estático de los termostatos no será superior a 1,5 °C.

El termostato resistirá sin que sufran modificaciones sus características, 10.000 ciclos de apertura-cierre, a la máxima carga prevista para el circuito mandado por el termostato.

2.5.- RECONOCIMIENTO DE LOS MATERIALES.

Los equipos y materiales serán reconocidos por la Propiedad, antes de su empleo en la instalación, no constituyendo este reconocimiento aprobación definitiva.

Independientemente de lo explícitamente indicado en cada clase de material, el instalador presentará oportunamente ante la propiedad muestras para su aprobación, las

cuales se conservarán para comprobación en su día de los materiales que se empleen en la instalación.

3.- EJECUCION Y CONTROL DE INSTALACION.

3.1.- TECNICO ENCARGADO DE LA INSTALACION.

El instalador está obligado a proponer un Técnico responsable de la ejecución de la instalación que mantendrá informada a la propiedad del desarrollo de la misma.

3.2.- CONDICIONES DE LA MANO DE OBRA.

Con independencia de las estipulaciones del presente Pliego de Condiciones se exigirán las siguientes condiciones a todo el personal que trabaje en la obra:

3.2.1.- Sanitarias.

No padecer enfermedades infecto-contagiosas y estar física y mentalmente preparado para la ejecución de los trabajos que se le encomienden.

3.2.2.- Profesionales.

Todo el personal cualificado acreditará su categoría profesional, avalada por las corporaciones sindicales y colegiales competentes. Todo el personal pertenecerá a una empresa que tenga la calificación de instaladora por el ministerio de industria y energía.

3.2.3.-Asistenciales.

Estar debidamente asegurado según la legislación vigente.

3.3.- NORMAS GENERALES DE EJECUCIÓN.

Las instalaciones se realizarán teniendo fundamentalmente que obtener un buen funcionamiento durante el período de vida de los equipos, siguiendo en general las instrucciones de los fabricantes de los equipos.

La ejecución de la instalación se ajustará a planos y a las condiciones del presente documento, respetando marcas, modelos y tipo de equipos propuestos.

Se protegerán todos los equipos contra entrada de cuerpos extraños.

En los circuitos de fluidos caloportadores se indicará el sentido de circulación de circulación de los mismos mediante el código de colores normalizados.

Las válvulas de seguridad serán conducidas para evitar daños personales hacia sumideros visibles.

Los aparatos se conectarán de forma que queden orientados adecuadamente y que no supongan un riesgo por su normal funcionamiento.

3.4.-SONDA GEOTÉRMICA

Se debe respetar una distancia mínima de 2 m con respecto a los edificios.

Las sondas no deben comprometer la estabilidad de los edificios. Cuando se instalen varias sondas geotérmicas, la separación entre las mismas deberá ser de mín. 5 m para las longitudes de sonda inferiores a 50 m y de mín. 6 m para las sondas de más de 50 m de longitud.

En el caso de las sondas geotérmicas utilizadas para cubrir demandas de refrescamiento, la disposición de las mismas se debería diseñar lo más abierta posible, con el fin de prevenir afectaciones mutuas.

La distancia de tendido con respecto a otras conducciones de suministro debe ser 70 cm. Si la distancia es menor, se deberán proteger las conducciones con un aislamiento suficiente.

En el caso de pozos secos se deberá llenar la sonda a más tardar en el momento de poner bajo presión el pozo, con el fin de prevenir un desplazamiento por ascensión de la sonda. El tubo de llenado se introduce en el pozo junto con la sonda. Cuando la profundidad es importante puede resultar necesario un tubo de llenado adicional, con el fin de asegurar un llenado uniforme.

Por regla general se introduce la sonda en el pozo con ayuda de un mecanismo desbobinador fijado a la máquina para sondeos. También se puede extender la sonda previamente, para introducirla en el pozo a partir de un bucle que se fija a la máquina para sondeos. El desbobinado del tubo de sonda reduce algo la curvatura residual del mismo.

Una vez rellenado el pozo se llevan a cabo las pruebas finales: prueba de funcionamiento de la sonda llena de agua y prueba de presión a una presión mín. de 6 bar; carga previa: 30 min.; duración de la prueba: 60 min.; caída de presión tolerada: 0,2 bar.

En caso de existir riesgo de temperaturas bajo 0, vaciar la sonda a hasta 2 m por debajo de la rasante. Esto se puede conseguir mediante una toma de aire comprimido a baja presión conectada en uno de los extremos. De esta forma se expulsa el agua por el extremo contrario. Cuando se reduce la presión, la columna de agua se desequilibra dentro de la sonda. Los tubos de la sonda deben permanecer herméticamente cerrados hasta que se efectúa la conexión. Para llenar completamente el intersticio anular se utilizarán materiales que se deberán determinar en función de los modos operativos respectivos y dependiendo de las condiciones geológicas.

Tender los tubos de la sonda geotérmica hasta el distribuidor mediante circuitos conectados en paralelo. El distribuidor se instalará en el punto más alto. Se deberá prever un dispositivo de desaireación en una ubicación adecuada. Los distribuidores podrán equiparse con un caudalímetro para efectuar el reglaje de las sondas. Antes de entrar en funcionamiento todo el sistema se deberá realizar una prueba de presión con una presión 1,5 veces la presión de servicio. Se deberá comprobar que el flujo es uniforme en todas las sondas.

3.5.- RECEPCION DE MATERIALES.

A lo largo de la ejecución de la instalación se realizarán pruebas parciales, controles de recepción, etc. De todos los elementos que indique la propiedad.

Terminada la instalación, será sometida en parte o en su conjunto a las pruebas que indique la propiedad, y que serán como mínimo las siguientes:

- Rendimiento.
- Funcionamiento de motores eléctricos.
- Comprobación de elementos de seguridad.

Ejecutadas las mencionadas pruebas se realizará la recepción provisional de la instalación con la cumplimentación de los siguientes documentos:

- acta suscrita por director de obra y empresa instaladora.
- Resultado de las pruebas.
- Libro de mantenimiento.
- Copias del certificado de la instalación.

Pamplona, Julio del 2010, el Ingeniero Industrial

Fdo.: Aitor Uriz Larrea



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO INDUSTRIAL

Título del proyecto:

“SISTEMA DE CALEFACCIÓN PARA UNIFAMILIAR
MEDIANTE ENERGÍAS RENOVABLES (SOLAR, BIOMASA
Y GEOTÉRMICA)”

Documento 5: PRESUPUESTO

Aitor Úriz Larrea

Tutor: José Vicente Valdenebro

Pamplona, Julio de 2010

ÍNDICE.

CAPITULO 1: INSTALACIÓN DE AGUA FRÍA.....	2
CAPITULO 2: INSTALACIÓN DE AGUA CALIENTE.....	3
CAPITULO 3: INSTALACIÓN DE A.C.S. SOLAR.....	5
CAPITULO 4: INSTALACIÓN DE SUELO RADIANTE.....	7
CAPITULO 4: INSTALACIÓN DE BIOMASA.....	11
CAPITULO 4: INSTALACIÓN DE GEOTERMIA.....	12
PRESUPUESTO TOTAL.....	13

CAPITULO 1: INSTALACIÓN DE AGUA FRÍA.

1.1. Tuberías.

Componentes del sistema	Unidades	Precio/Unidad	Precio Total.
Tubería de cobre Ø20 mm.	6 m	3,97 €/m	23.82 €
Tubería de cobre Ø15 mm.	9 m	3 €/m	27 €
Tubería de cobre Ø10 mm.	22 m	1,87 €/m	41.14 €
TOTAL			91.96 €

1.2. Derivaciones en T.

Componentes del sistema	Unidades	Precio/Unidad	Precio Total.
Te 20x15x10	1	5,48 €/u	5.48 €
Te 15x10x10	1	3,34 €/u	3.34 €
Te 15x15x10	1	4,24 €/u	4.24 €
TOTAL			13.06 €

1.3. Codos.

Componentes del sistema	Unidades	Precio/Unidad	Precio Total.
Codo Ø20mm.	1	0,94 €/u	0.94 €
Codo Ø15mm.	3	0,43 €/u	10.32 €
Codo Ø10mm.	4	1,05 €/u	4.2 €
TOTAL			15.46 €

1.4. Accesorios.

Componentes del sistema	Unidades	Precio/Unidad	Precio Total.
Accesorio Ø15	10	3,79 €/u	37.9 €
Accesorio Ø20	1	5,14 €/u	5.14 €
TOTAL			43.04 €

TOTAL CAPITULO 1: 163.52 €

CAPITULO 2: INSTALACIÓN DE AGUA CALIENTE.

3.2. Tuberías.

Componentes del sistema	Unidades	Precio/Unidad	Precio Total.
Tubería de cobre Ø22 mm.	10.74 m	4,05 €/m	43.497 €
Tubería de cobre Ø18 mm.	28.1 m	3,65 €/m	102.565 €
TOTAL			146.062 €

2.2. Derivaciones en T.

Componentes del sistema	Unidades	Precio/Unidad	Precio Total.
Te 22x22x18	1	6,35 €/u	6.35 €
Te 22x18x18	2	4,96 €/u	9.92 €
TOTAL			16.27 €

2.3. Codos.

Componentes del sistema	Unidades	Precio/Unidad	Precio Total.
Codo Ø22mm.	1	1,38 €/u	1,38 €
Codo Ø18mm.	5	0,62 €/u	3.1 €
TOTAL			4.48 €

2.4. Accesorios.

Componentes del sistema	Unidades	Precio/Unidad	Precio Total.
Accesorios Ø20mm.	7	5,04 €/u	35.28 €
Contadores Ø15mm.	1	7,15 €/u	7.15 €
TOTAL			42.43 €

2.5. Circuladores.

Componentes del sistema	Unidades	Precio/Unidad	Precio Total.
Circulador (B2) (UP 32-80 180 'Grundfos')	1	589,57 €	589,57 €
TOTAL			589,57 €

Componentes del sistema	Unidades	Precio/Unidad	Precio Total.
Depósito Lapesa 200 litros.	1	1263,00 €/u	1263,00 €
TOTAL			1263,00 €

TOTAL CAPITULO 2:**2061.81 €**

CAPITULO 3: INSTALACIÓN SUELO RADIANTE.

3.1. Material radiante.

Componentes del sistema	Unidades	Precio/Unidad	Precio Total.
Kit colector Wirsbo(2 salidas).	1	156,31 €	156.31 €
Módulo básico Wirsbo (1 salida).	1	34,67 €	34.67 €
Caja metálica para colectores. 8-12 salidas	1	143,61 €	143.61 €
Paneles portatubos Wirsbo.	2 cajas(de 10 paneles)	14,14 €/caja	28,28 €
TOTAL			362.87 €

3.2. Material hidráulico.

Componentes del sistema	Unidades	Precio/Unidad	Precio Total.
Adaptador Wirsbo-EvalPEX. (16x2mm.)	16	3,55	56.63 €
Grupo de impulsión 22A UPS 25-60.	1	397,65 €	397.65 €
Tubos de polietileno reticulado. 16x2mm. 32x2,9mm.	3 rollos(200m) 1 rollos (50m)	1,67€/m 5,83€/m	1002 € 291.5 €
Válvulas de paso.	2	4,95 €	9.90 €
Válvulas antirretorno.	2	5,7 €	11.4 €
Válvula motorizada mezcladora.	1	354,65 €	354.65 €
TOTAL			1823.73 €

3.3. Aislante.

Componentes del sistema	Unidades	Precio/Unidad	Precio Total
Film de polietileno Wirsbo.	1 rollo/200m	0,74 €/m2	148 €
TOTAL			148 €

3.4. Material Wirsbo.

Componentes del sistema	Unidades	Precio/Unidad	Precio Total
Cabezal electrotérmico Wirsbo	1	36,3 €	36.3 €
Termostatos(Confort sistem).	1	29,66 €	29.66 €
Caja de conexión.	1	85,32 €	85.32 €
TOTAL			151.28 €

3.5. Bomba de presión.

Componentes del sistema	Unidades	Precio/Unidad	Precio Total
Bomba de impulsión 'TP 32-320' (B3).	1	487,87 €	487,87 €
Bombe de impulsión 'TP 32-460' (B4).	1	597,46 €	597,46 €
TOTAL			1.085,33 €

3.6. Vaso de expansión.

Componentes del sistema	Unidades	Precio/Unidad	Precio Total
Vaso de expansión Reflex 8l	1	60,75 €	60,75 €
TOTAL			60,75 €

3.7. Instalación y puesta en marcha.

Mano de obra.	50 horas	20 €/h	Total 1000 €
---------------	----------	--------	---------------------

TOTAL CAPITULO 3: 4571.21 €

CAPITULO 4: INSTALACIÓN DE A.C.S. SOLAR.

4.1. Colectores solares.

Componentes del sistema	Unidades	Precio/Unidad	Precio Total.
Colector Viessmann sw 2,5.	1	685,58 €u	685,58 €
TOTAL			685,58 €

4.2. Depósito acumulador.

Componentes del sistema	Unidades	Precio/Unidad	Precio Total.
Depósito Lapesa 200 litros.	1	1263,00 €u	1263,00 €
TOTAL			1263,00 €

4.3. Circulador.

Componentes del sistema	Unidades	Precio/Unidad	Precio Total.
-Circulador (B1) 'Grundfos UPS Solar 25/120 180'.	1	424,45 €	424,45 €
-Circulador (B5) 'Grundfos UPS 32-60 180'.	1	549,35 €	549,35 €
-Circulador (B6) 'WILO ASP 100 a'.	1	326,75 €	357,9 €
TOTAL			1.331,70 €

4.4. Vaso de expansión.

Componentes del sistema	Unidades	Precio/Unidad	Precio Total.
Vaso de expansión (Sedical Reflex E-S, 8-500)	1	60,75 €u	60,75 €
TOTAL			60,75 €

4.5. Conexiones colectores.

Componentes del sistema	Unidades	Precio/Unidad	Precio Total.
Juego de acoplamiento de colectores solares.	1	35.70 €u	35.70 €
TOTAL			35.70 €

4.6. Sujeción colectores.

Componentes del sistema	Unidades	Precio/Unidad	Precio Total.
Juego de fijaciones.	1	78,85 €u	78,85 €
TOTAL			78,85 €

4.7. Líquido solar.

Componentes del sistema	Unidades	Precio/Unidad	Precio Total.
Líquido solar 2x25 litros.	1	85,54 €u	85,54 €
TOTAL			85,54 €

4.8. Regulación electrónica.

Componentes del sistema	Unidades	Precio/Unidad	Precio Total.
Sondas de temperatura, vainas...	1	465,56 €u	465,56 €
TOTAL			465,56 €

4.9. Tuberías.

Componentes del sistema	Unidades	Precio/Unidad	Precio Total.
Tuberías de Cu 25Ø(int)	1.5 m	4,18 €m	6.27 €
Tuberías de Cu 20Ø(int)	6.5 m	3,78 €m	24.57 €
TOTAL			30.84 €

4.10. Codos.

Componentes del sistema	Unidades	Precio/Unidad	Precio Total.
Codos 25Ø	4	1,05 €u	4,20 €
Codos 20Ø	2	0,94 €u	1,88 €
TOTAL			6.08 €

4.11. Derivaciones en T.

Componentes del sistema	Unidades	Precio/Unidad	Precio Total.
T 25x25x20	2	7,43 €u	14,86 €
TOTAL			14.86 €

4.12. Válvulas.

Componentes del sistema	Unidades	Precio/Unidad	Precio Total.
Válvula de corte de esfera	7	4,2 €	29.4 €
Válvula Antirretorno	2	5 €	10 €
Válvula de seguridad	3	24 €	72 €
Válvula motorizada de tres vías	3	354,65 €	1.063,95 €
TOTAL			1175.35 €

4.13. Manómetros.

Componentes del sistema	Unidades	Precio/Unidad	Precio Total.
Manómetros.	8	15,79 €u	126,32 €
TOTAL			126,32 €

4.14. Presostatos.

Componentes del sistema	Unidades	Precio/Unidad	Precio Total.
Presostato	1	102,67 €u	102,67 €
TOTAL			102,67 €

4.15. Termómetros.

Componentes del sistema	Unidades	Precio/Unidad	Precio Total.
Termómetros	5	28,48 €/u	142,4 €
TOTAL			142,4 €

4.16. Manguito antivibratorio.

Componentes del sistema	Unidades	Precio/Unidad	Precio Total.
Manguito antivibratorio	2	34,8 €/u	69,6 €
TOTAL			69,6 €

4.17. Aislamiento de tuberías.

Componentes del sistema	Unidades	Precio/Unidad	Precio Total.
Aislante.	8 m	0,54 €/m	4,32 €
TOTAL			4.32 €

4.18. Caldera y depósito

Componentes del sistema	Unidades	Precio/Unidad	Precio Total
Caldera gasóleo Roca Lidia 20 GTA	1	1650,00 €	1650,00 €
Depósito de doble pared homologado	1	451,30 €	451,30 €
Inst. chimenea 150 mm diam.	1	278.11	278.11
TOTAL			2379.41 €

TOTAL CAPITULO 4:**8058.53 €**

CAPÍTULO 5: INSTALACIÓN DE BIOMASA.

5.1. Caldera

Componentes del sistema	Unidades	Precio/Unidad	Precio Total.
Caldera pellets Ökofen PE 15	1	6870 €	6870 €
TOTAL			6870 €

5.2. Sistema de alimentación de la caldera

Componentes del sistema	Unidades	Precio/Unidad	Precio Total.
Sinfín Ökofen ST 220	1	791 €	791 €
TOTAL			791 €

5.3. Sistema de almacenamiento de pellets

Componentes del sistema	Unidades	Precio/Unidad	Precio Total.
Silo textil flexible Ökofen S190	1	1206 €	1206 €
TOTAL			1206 €

5.4. Sistema de regulación y control

Componentes del sistema	Unidades	Precio/Unidad	Precio Total.
PELLETRONIC plus	1	749 €	749 €
TOTAL			749 €

5.5. Salida de humos

Componentes del sistema	Unidades	Precio/Unidad	Precio Total.
Chimenea 150 mm diametro	1	278,11 €	278,11 €
TOTAL			278,11 €

TOTAL CAPITULO 5: 9894.11 €

CAPITULO 6: INSTALACIÓN GEOTÉRMICA

6.1. Bomba geotérmica

Componentes del sistema	Unidades	Precio/Unidad	Precio Total.
Bomba Vaillant geoTHERM VWS 101/2	1	7550 €	7550 €
TOTAL			7550 €

6.2. Sistema de captación

Componentes del sistema	Unidades	Precio/Unidad	Precio Total.
Perforación vertical 150mm diámetro	210	40 €/m	8400 €
Kit sonda geotérmica vertical diam. 32 Doble U	210	8 €/m	1680 €
Relleno de cemento-bentonita	210	5 €/m	1050 €
TOTAL			11130 €

TOTAL CAPITULO 6:**18680,00 €**

PRESUPUESTO TOTAL INSTALACIÓN SOLAR

<u>TOTAL CAPITULO 1:</u>	<u>193.52 €</u>
<u>TOTAL CAPITULO 2:</u>	<u>2061.81 €</u>
<u>TOTAL CAPITULO 3:</u>	<u>4571.21 €</u>
<u>TOTAL CAPITULO 4:</u>	<u>8058.53 €</u>
<u>TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL</u>	<u>14885.07 €</u>

Beneficio Industrial (5%)	744.25 €
Gastos Generales (5%)	744.25 €
<u>TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA</u>	<u>16373.58 €</u>
I.V.A. (18%)	2947.24 €
<u>TOTAL CONTRATA CON I.V.A.</u>	<u>19320.82 €</u>

Honorarios Ejecución del proyecto P.E.M. (3%)	446.55 €
Honorarios dirección de obra P.E.M (3%)	446.55 €
I.V.A. honorarios (18%)	160.75 €
<u>TOTAL HONORARIOS</u>	<u>1053.86 €</u>

TOTAL PRESUPUESTO	20374.68 €
--------------------------	-------------------

El total del presupuesto asciende a la cantidad de **VEINTEMIL TRESCIENTOS SETENTA Y CUATRO EUROS CON SESENTA Y OCHO CENTIMOS.**

PRESUPUESTO TOTAL INSTALACIÓN BIOMASA

TOTAL CAPITULO 1: **193.52 €**

TOTAL CAPITULO 2: **2061.81 €**

TOTAL CAPITULO 3: **4571.21 €**

TOTAL CAPITULO 5: **9894.11 €**

TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL **16720.66 €**

Beneficio Industrial (5%) 836.03 €

Gastos Generales (5%) 863.03 €

TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA **18392.73 €**

I.V.A. (18%) 3310.69 €

TOTAL CONTRATA CON I.V.A. **21703.42 €**

Honorarios Ejecución del proyecto P.E.M. (3%) 501.62 €

Honorarios dirección de obra P.E.M. (3%) 501.62 €

I.V.A. honorarios (18%) 180.58 €

TOTAL HONORARIOS **1183.82 €**

TOTAL PRESUPUESTO **22887.24 €**

El total del presupuesto asciende a la cantidad de **VEINTIDOSMIL OCHOCIENTOS OCHENTA Y SIETE EUROS CON VEINTICUATRO CENTIMOS**

PRESUPUESTO TOTAL INSTALACIÓN GEOTÉRMICA

TOTAL CAPITULO 1: **193.52 €**

TOTAL CAPITULO 2: **2061.85 €**

TOTAL CAPITULO 3: **4571.21 €**

TOTAL CAPITULO 6: **18680.00 €**

TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL **25506.54 €**

Beneficio Industrial (5%) 1275.33 €

Gastos Generales (5%) 1275.33 €

TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA **28057.194 €**

I.V.A. (18%) 5050.29 €

TOTAL CONTRATA CON I.V.A. **33107.49€**

Honorarios Ejecución del proyecto P.E.M. (3%) 765.19 €

Honorarios dirección de obra P.E.M. (3%) 765.19 €

I.V.A. honorarios (18%) 275.47 €

TOTAL HONORARIOS **1805.85 €**

TOTAL PRESUPUESTO **34913.34 €**

El total del presupuesto asciende a la cantidad de **TREINTA Y CUATROMIL NOVECIENTOS TRECE EUROS CON TREINTA Y CUATRO CENTIMOS**

Pamplona, Julio del 2010, el Ingeniero Industrial

Fdo.: Aitor Uriz Larrea



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO INDUSTRIAL

Título del proyecto:

“SISTEMA DE CALEFACCIÓN PARA UNIFAMILIAR
MEDIANTE ENERGÍAS RENOVABLES (SOLAR, BIOMASA
Y GEOTÉRMICA)”

Documento 6: ESTUDIO DE SEGURIDAD

Aitor Úriz Larrea

Tutor: José Vicente Valdenebro

Pamplona, Julio de 2010

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	1
1.1.	Objeto del Estudio Básico de Seguridad y Salud.....	1
1.2.	Datos del proyecto de obra.....	1
2.	NORMAS DE SEGURIDAD APLICABLES EN LA OBRA.....	1
3.	IDENTIFICACIÓN DE LOS RIESGOS Y PREVENCIÓN DE LOS MISMOS.....	2
3.1.	Movimientos de tierras.....	2
3.2.	Instalación de calefacción	3
4.	BOTIQUÍN.....	4
5.	TRABAJOS POSTERIORES.....	4
6.	OBLIGACIONES DEL PROMOTOR.....	5
7.	COORDINADOR EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD.....	5
8.	PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.....	5
9.	OBLIGACIONES DE CONTRATISTAS Y SUBCONTRATISTAS.....	6
10.	OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES AUTÓNOMOS.....	7
11.	LIBRO DE INCIDENCIAS.....	7
12.	PARALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS.....	8
13.	DERECHOS DE LOS TRABAJADORES.....	8
14.	DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD QUE DEBEN APLICARSE A LAS OBRAS.....	8

1. INTRODUCCION

1.1 Objeto del Estudio Básico de Seguridad y Salud

Conforme se especifica en el apartado 2 del Artículo 6 del R.D. 1627/1.997, el Estudio Básico deberá precisar:

- Las normas de seguridad y salud aplicables en la obra.
- La identificación de los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias.
- Relación de los riesgos laborales que no pueden eliminarse conforme a lo señalado anteriormente especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir riesgos valorando su eficacia, en especial cuando se propongan medidas alternativas (en su caso, se tendrá en cuenta cualquier tipo de actividad que se lleve a cabo en la misma y contendrá medidas específicas relativas a los trabajos incluidos en uno o varios de los apartados del Anexo II del Real Decreto.)
- Previsiones e informaciones útiles para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores.

1.2 Datos del proyecto de obra.

Tipo de Obra : Instalación de calefacción

Situación : Av. Constitución 17 E

Población : Artajona

Promotor : Sasu S.A.

Proyectista : Aitor Uriz Larrea

Coordinador de Seguridad y Salud en fase de proyecto:

2. NORMAS DE SEGURIDAD APLICABLES EN LA OBRA

- Ley 31/ 1.995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 485/1.997 de 14 de abril, sobre Señalización de seguridad en el trabajo.
- Real Decreto 486/1.997 de 14 de abril, sobre Seguridad y Salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 487/1.997 de 14 de abril, sobre Manipulación de cargas.
- Real Decreto 773/1.997 de 30 de mayo, sobre Utilización de Equipos de Protección Individual.
- Real Decreto 39/1.997 de 17 de enero, Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 1215/1.997 de 18 de julio, sobre Utilización de Equipos de Trabajo.
- Real Decreto 1627/1.997 de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Estatuto de los Trabajadores (Ley 8/1.980, Ley 32/1.984, Ley 11/1.994).
- Ordenanza de Trabajo de la Construcción, Vidrio y Cerámica (O.M. 28-08-70, O.M. 28-07-77, O.M. 4-07-83, en los títulos no derogados).

3. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS Y PREVENCIÓN DE LOS MISMOS

3.1. Movimientos de tierras

<i>Riesgos más frecuentes</i>	<i>Medidas Preventivas</i>	<i>Protecciones Individuales</i>
<ul style="list-style-type: none"> · Caídas de operarios al mismo nivel · Caídas de operarios al interior de la excavación · Caídas de objetos sobre operarios · Caídas de materiales transportados · Choques o golpes contra objetos · Atrapamientos y aplastamientos por partes móviles de maquinaria · Lesiones y/o cortes en manos y pies · Sobreesfuerzos · Ruido, contaminación acústica · Vibraciones · Ambiente pulvígeno · Cuerpos extraños en los ojos · Contactos eléctricos directos e indirectos · Ambientes pobres en oxígeno · Inhalación de sustancias tóxicas · Ruinas, hundimientos, desplomes en edificios colindantes · Condiciones meteorológicas adversas · Trabajos en zonas húmedas o mojadas · Problemas de circulación interna de vehículos y maquinaria · Desplomes, desprendimientos, hundimientos del terreno · Contagios por lugares insalubres · Explosiones e incendios · Derivados acceso al lugar de trabajo 	<ul style="list-style-type: none"> · Talud natural del terreno · Entibaciones · Limpieza de bolos y viseras · Apuntalamientos, apeos · Achique de aguas · Barandillas en borde de excavación · Tableros o planchas en huecos horizontales · Separación tránsito de vehículos y operarios · No permanecer en radio de acción máquinas · Avisadores ópticos y acústicos en maquinaria · Protección partes móviles maquinaria · Cabinas o pórticos de seguridad · No acopiar materiales junto borde excavación · Conservación adecuada vías de circulación · Vigilancia edificios colindantes · No permanecer bajo frente excavación · Distancia de seguridad líneas eléctricas 	<ul style="list-style-type: none"> · Casco de seguridad · Botas o calzado de seguridad · Botas de seguridad impermeables · Guantes de lona y piel · Guantes impermeables · Gafas de seguridad · Protectores auditivos · Cinturón de seguridad · Cinturón antivibratorio · Ropa de Trabajo · Traje de agua (impermeable).

3.2. Instalación de calefacción

Riesgos más frecuentes

Medidas Preventivas

Protecciones Individuales

<ul style="list-style-type: none"> · Caídas de operarios al mismo nivel · Caídas de operarios a distinto nivel · Caída de operarios al vacío · Caídas de objetos sobre operarios · Choques o golpes contra objetos · Atrapamientos y aplastamientos · Lesiones y/o cortes en manos · Lesiones y/o cortes en pies · Sobreesfuerzos · Ruido, contaminación acústica · Cuerpos extraños en los ojos · Afecciones en la piel · Contactos eléctricos directos · Contactos eléctricos indirectos · Ambientes pobres en oxígeno · Inhalación de vapores y gases · Trabajos en zonas húmedas o mojadas · Explosiones e incendios · Derivados de medios auxiliares usados · Radiaciones y derivados de soldadura · Quemaduras · Derivados del acceso al lugar de trabajo · Derivados del almacenamiento inadecuado de productos combustibles 	<ul style="list-style-type: none"> · Marquesinas rígidas · Barandillas · Pasos o pasarelas · Redes verticales · Redes horizontales · Andamios de seguridad · Mallazos · Tableros o planchas en huecos · Escaleras auxiliares adecuadas · Escalera de acceso peldañeada y protegida · Carcasas o resguardos de protección de partes móviles de máquinas · Mantenimiento adecuado de la maquinaria · Plataformas de descarga de material · Evacuación de escombros · Limpieza de las zonas de trabajo y de tránsito · Andamios adecuados 	<ul style="list-style-type: none"> · Casco de seguridad · Botas o calzado de seguridad · Botas de seguridad impermeables · Guantes de lona y piel · Guantes impermeables · Gafas de seguridad · Protectores auditivos · Cinturón de seguridad · Ropa de trabajo · Pantalla de soldador
--	--	--

4. BOTIQUÍN

En el centro de trabajo se dispondrá de un botiquín con los medios necesarios para efectuar las curas de urgencia en caso de accidente y estará a cargo de él una persona capacitada designada por la empresa constructora.

5. TRABAJOS POSTERIORES

El apartado 3 del Artículo 6 del Real Decreto 1627/1.997 establece que en el Estudio Básico se contemplarán también las previsiones y las informaciones para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores.

Reparación, conservación y mantenimiento

<i>Riesgos más frecuentes</i>	<i>Medidas Preventivas</i>	<i>Protecciones Individuales</i>
<ul style="list-style-type: none"> · Caídas al mismo nivel en suelos · Caídas de altura por huecos horizontales · Caídas por huecos en cerramientos · Caídas por resbalones · Reacciones químicas por productos de limpieza y líquidos de maquinaria · Contactos eléctricos por accionamiento inadvertido y modificación o deterioro de sistemas eléctricos · Explosión de combustibles mal almacenados · Fuego por combustibles, modificación de elementos de instalación eléctrica o por acumulación de desechos peligrosos · Impacto de elementos de la maquinaria, por desprendimientos de elementos constructivos, por deslizamiento de objetos, por roturas debidas a la presión del viento, por roturas por exceso de carga · Contactos eléctricos directos e indirectos · Vibraciones de origen interno y externo · Contaminación por ruido 	<ul style="list-style-type: none"> · Andamiajes, escalerillas y demás dispositivos provisionales adecuados y seguros · Anclajes de cinturones fijados a la pared para la limpieza de ventanas no accesibles · Anclajes de cinturones para reparación de tejados y cubiertas 	<ul style="list-style-type: none"> · Casco de seguridad · Ropa de trabajo · Cinturones de seguridad y cables de longitud y resistencia adecuada para limpiadores de ventanas · Cinturones de seguridad y resistencia adecuada para reparar tejados y cubiertas inclinadas

6. OBLIGACIONES DEL PROMOTOR

Antes del inicio de los trabajos, el promotor designará un Coordinador en materia de Seguridad y Salud, cuando en la ejecución de las obras intervengan más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos.

La designación del Coordinador en materia de Seguridad y Salud no eximirá al promotor de las responsabilidades.

El promotor deberá efectuar un **aviso** a la autoridad laboral competente antes del comienzo de las obras, que se redactará con arreglo a lo dispuesto en el Anexo III del Real Decreto 1627/1.997 debiendo exponerse en la obra de forma visible y actualizándose si fuera necesario

7. COORDINADOR EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD

La designación del Coordinador en la elaboración del proyecto y en la ejecución de la obra podrá recaer en la misma persona.

El Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, deberá desarrollar las siguientes funciones:

- Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y seguridad.
- Coordinar las actividades de la obra para garantizar que las empresas y personal actuante apliquen de manera coherente y responsable los principios de acción preventiva que se recogen en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra, y en particular, en las actividades a que se refiere el Artículo 10 del Real Decreto 1627/1.997.
- Aprobar el Plan de Seguridad y Salud elaborado por el contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo.
- Organizar la coordinación de actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
- Adoptar las medidas necesarias para que solo las personas autorizadas puedan acceder a la obra.

La Dirección Facultativa asumirá estas funciones cuando no fuera necesaria la designación del Coordinador.

8. PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

En aplicación del Estudio Básico de Seguridad y Salud, el contratista, antes del inicio de la obra, elaborará un Plan de Seguridad y Salud en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en este Estudio Básico y en función de su propio sistema de ejecución de obra. En dicho Plan se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención que el contratista proponga con la correspondiente justificación técnica, y que no podrán implicar disminución de los niveles de protección previstos en este Estudio Básico.

El Plan de Seguridad y Salud deberá ser aprobado, antes del inicio de la obra, por el Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra. Este podrá ser modificado por el contratista en función del proceso de ejecución de la misma, de la evolución de los trabajos y de las posibles incidencias o modificaciones que

puedan surgir a lo largo de la obra, pero que siempre con la aprobación expresa del Coordinador. Cuando no fuera necesaria la designación del Coordinador, las funciones que se le atribuyen serán asumidas por la Dirección Facultativa. Quienes intervengan en la ejecución de la obra, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas intervinientes en la misma y los representantes de los trabajadores, podrán presentar por escrito y de manera razonada, las sugerencias y alternativas que estimen oportunas. El Plan estará en la obra a disposición de la Dirección Facultativa.

9. OBLIGACIONES DE CONTRATISTAS Y SUBCONTRATISTAS

El contratista y subcontratistas estarán obligados a:

1. Aplicar los principios de acción preventiva que se recogen en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos laborales y en particular:

- El mantenimiento de la obra en buen estado de limpieza.
- La elección del emplazamiento de los puestos y áreas de trabajo, teniendo en cuenta sus condiciones de acceso y la determinación de las vías o zonas de desplazamiento o circulación.
- La manipulación de distintos materiales y la utilización de medios auxiliares.
- El mantenimiento, el control previo a la puesta en servicio y control periódico de las instalaciones y dispositivos necesarios para la ejecución de las obras, con objeto de corregir los defectos que pudieran afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.
- La delimitación y acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de materiales, en particular si se trata de materias peligrosas.
- El almacenamiento y evacuación de residuos y escombros.
- La recogida de materiales peligrosos utilizados.
- La adaptación del período de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
- La cooperación entre todos los intervinientes en la obra.
- Las interacciones o incompatibilidades con cualquier otro trabajo o actividad.

2. Cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud.

3. Cumplir la normativa en materia de prevención de riesgos laborales, teniendo en cuenta las obligaciones sobre coordinación de las actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, así como cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el Anexo IV del Real Decreto 1627/1.997.

4. Informar y proporcionar las instrucciones adecuadas a los trabajadores autónomos sobre todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiera a seguridad y salud.

5. Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

Serán responsables de la ejecución correcta de las medidas preventivas fijadas en el Plan y en lo relativo a las obligaciones que le correspondan directamente o, en su caso, a los trabajos autónomos por ellos contratados. Además responderán solidariamente de las consecuencias que se deriven del incumplimiento de las medidas previstas en el Plan.

Las responsabilidades del Coordinador, Dirección Facultativa y el Promotor no eximirán de sus responsabilidades a los contratistas y a los subcontratistas.

10. OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES AUTÓNOMOS

Los trabajadores autónomos están obligados a:

1. Aplicar los principios de la acción preventiva que se recoge en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, y en particular:
 - El mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza.
 - El almacenamiento y evacuación de residuos y escombros.
 - La recogida de materiales peligrosos utilizados.
 - La adaptación del período de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
 - La cooperación entre todos los intervinientes en la obra.
 - Las interacciones o incompatibilidades con cualquier otro trabajo o actividad.
 2. Cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el Anexo IV del Real Decreto 1627/1.997.
 3. Ajustar su actuación conforme a los deberes sobre coordinación de las actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, participando en particular en cualquier medida de su actuación coordinada que se hubiera establecido.
 4. Cumplir con las obligaciones establecidas para los trabajadores en el Artículo 29, apartados 1 y 2 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
 5. Utilizar equipos de trabajo que se ajusten a lo dispuesto en el Real Decreto 1215/1.997.
 6. Elegir y utilizar equipos de protección individual en los términos previstos en el Real Decreto 773/1.997.
 7. Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del Coordinador en materia de seguridad y salud.
- Los trabajadores autónomos deberán cumplir lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud.

11. LIBRO DE INCIDENCIAS

En cada centro de trabajo existirá, con fines de control y seguimiento del Plan de Seguridad y Salud, un Libro de Incidencias que constará de hojas por duplicado y que será facilitado por el Colegio profesional al que pertenezca el técnico que haya aprobado el Plan de Seguridad y Salud.

Deberá mantenerse siempre en obra y en poder del Coordinador. Tendrán acceso al Libro, la Dirección Facultativa, los contratistas y subcontratistas, los trabajadores autónomos, las personas con responsabilidades en materia de prevención de las empresas intervinientes, los representantes de los trabajadores, y los técnicos especializados de las Administraciones públicas competentes en esta materia, quienes podrán hacer anotaciones en el mismo.

Efectuada una anotación en el Libro de Incidencias, el Coordinador estará obligado a remitir en el plazo de **veinticuatro horas** una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra. Igualmente notificará dichas anotaciones al contratista y a los representantes de los trabajadores.

12. PARALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS

Cuando el Coordinador y durante la ejecución de las obras, observase incumplimiento de las medidas de seguridad y salud, advertirá al contratista y dejará constancia de tal incumplimiento en el Libro de Incidencias, quedando facultado para, en circunstancias de riesgo grave e inminente para la seguridad y salud de los trabajadores, disponer la paralización de tajos o, en su caso, de la totalidad de la obra. Dará cuenta de este hecho a los efectos oportunos, a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra.

Igualmente notificará al contratista, y en su caso a los subcontratistas y/o autónomos afectados de la paralización y a los representantes de los trabajadores.

13. DERECHOS DE LOS TRABAJADORES

Los contratistas y subcontratistas deberán garantizar que los trabajadores reciban una información adecuada y comprensible de todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a su seguridad y salud en la obra.

Una copia del Plan de Seguridad y Salud y de sus posibles modificaciones, a los efectos de su conocimiento y seguimiento, será facilitada por el contratista a los representantes de los trabajadores en el centro de trabajo.

14. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD QUE DEBEN APLICARSE EN LAS OBRAS

Las obligaciones previstas en las tres partes del Anexo IV del Real Decreto 1627/1.997, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, se aplicarán siempre que lo exijan las características de la obra o de la actividad, las circunstancias o cualquier riesgo.

Pamplona, Julio de 2010, el Ingeniero Industrial

Fdo.: Aitor Uriz Larrea



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO INDUSTRIAL

Título del proyecto:

“SISTEMA DE CALEFACCIÓN PARA UNIFAMILIAR
MEDIANTE ENERGÍAS RENOVABLES (SOLAR, BIOMASA
Y GEOTÉRMICA)”

Documento 7: BIBLIOGRAFÍA

Aitor Úriz Larrea

Tutor: José Vicente Valdenebro

Pamplona, Julio de 2010

ÍNDICE

1. LIBROS EMPLEADOS EN LA REALIZACIÓN DEL PROYECTO.....	1
2. NORMATIVA EMPLEADA EN EL PROYECTO.....	3
3. CATALOGOS UTILIZADOS PARA LA REALIZACIÓN DEL PROYECTO.....	4
4. PÁGINAS WEB CONSULTADAS PARA EL PROYECTO.....	5
5. PROGRAMAS INFORMÁTICOS UTILIZADOS EN EL PROYECTO.....	6

1. LIBROS EMPLEADOS EN LA REALIZACIÓN DEL PROYECTO.

1.1.

TÍTULO: “CALEFACCIÓN”

AUTOR: Martín Llorens

MOTIVO DE LA CONSULTA: Coeficientes de transmisión térmica, pérdidas de calor...

1.2.

TÍTULO: “CLIMATIZACIÓN I-CALEFACCIÓN”

AUTOR: Juan A. de Andrés y R. Pomatta.
Santiago Aroca Laetra.
Manuel García Gandera.

MOTIVO DE LA CONSULTA: Coeficientes de transmisión térmica, tuberías, información memoria, equilibrado.

1.3.

TÍTULO: “CURSO DE INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN”

AUTOR: Pedro M. rubio Requena
José Tobar Larracea, Francisco L. Martínez Alcalá.

MOTIVO DE LA CONSULTA: Información memoria...

1.4.

TÍTULO: “MANUAL DE INSTALACIONES DE CALEFACCIÓN POR AGUA CALIENTE”

AUTOR: Francisco Martín Sanchez

MOTIVO DE LA CONSULTA: Consulta de tipos de suelos radiantes para diferentes viviendas, cálculos de suelos radiantes...

1.5.

TÍTULO: “INSTALACIONES URBANAS”

AUTOR: Luis Jesús Arizmendi Barnes
DR. Arquitecto

MOTIVO DE LA CONSULTA: Tipos de instalaciones de distribución de agua,
memoria...

1.6.

TÍTULO: “MECÁNICA DE FLUIDOS”

AUTOR: Frank M. White

MOTIVO DE LA CONSULTA: Pérdidas en tuberías, elementos de tuberías, codos,
válvulas...

2. NORMATIVA EMPLEADA EN EL PROYECTO.

2.1.

TÍTULO: Código Técnico de Edificación. Marzo 2006. Documentos HE1,2,3,4.

MOTIVO DE LA CONSULTA: Normativa sobre los tipos de cerramientos de la vivienda, normativa sobre instalaciones solares...

2.2.

TÍTULO: Norma RITE.

MOTIVO DE LA CONSULTA: Normativa sobre diferentes elementos de la instalación de calefacción.

2.3.

TÍTULO: IT.IC. Reglamento de instrucciones técnicas.

MOTIVO DE LA CONSULTA: Pliego de condiciones y cálculo de las instalaciones.

3. CATALOGOS UTILIZADOS PARA LA REALIZACIÓN DEL PROYECTO.

3.1.

TÍTULO: Catalogo WIRSBO

MOTIVO DE LA CONSULTA: Cálculo de la instalación de suelo radiante, presupuesto, memoria, información en general sobre los tipos de suelo radiante...

3.2.

TITULO: Catalogo YGNIS.

MOTIVO DE LA CONSULTA: Información sobre calderas, elección de la más adecuada.

3.3.

TITULO: Catalogo SALTOKI.

MOTIVO DE LA CONSULTA: Elaboración del presupuesto, consultando precios de tuberías, codos, tes...

4. PÁGINAS WEB CONSULTADAS PARA EL PROYECTO

Estas son las principales páginas consultadas en el proyecto:

PÁGINA: www.soloarquitectura.com

MOTIVO DE LA CONSULTA: Obtención de normativa, consulta de dudas en el foro y de abundante información sobre instalaciones

PÁGINA: www.soliclima.com

MOTIVO DE LA CONSULTA: Consulta de dudas en el foro, información sobre instalaciones y ejemplos de instalaciones

PÁGINA: www.geotherm.vaillant.es

MOTIVO DE LA CONSULTA: Consulta de la bomba geotérmica y tipos de instalaciones geotérmicas.

5. PROGRAMAS INFORMÁTICOS UTILIZADOS EN EL PROYECTO.

PROGRAMA: AUTOCAD

USO: Realización de los planos.

PROGRAMA: POWERPOINT.

USO: PRESENTACIÓN DEL PROYECTO.

PROGRAMA: MICROSOFT WORD.

USO: Exposición del proyecto por escrito.

PROGRAMA: MICROSOFT EXCEL.

USO: Utilización para tablas de cálculos.

Pamplona, Julio del 2010, el Ingeniero Industrial

Fdo.: Aitor Úriz Larrea

FICHA 1 Cálculo de los parámetros característicos medios

ZONA CLIMÁTICA	D1	Zona de baja carga	0	Zona de alta carga int	1
----------------	----	--------------------	---	------------------------	---

MUROS (U_{Mm} y U_{Tm})					
Tipos		A (m ²)	U (W/m ² °K)	A·U (W/°K)	Resultados
Z	Fachada	32,4	0,47	13,23	$\Sigma A = 32,40$
					$\Sigma A \cdot U = 13,23$
					$U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0,47$
E					$\Sigma A =$
					$\Sigma A \cdot U =$
					$U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$
O	Fachada	28,38	0,47	13,34	$\Sigma A = 28,38$
					$\Sigma A \cdot U = 13,34$
					$U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0,47$
S	Otro Local	32,4	0,6	19,44	$\Sigma A = 32,40$
					$\Sigma A \cdot U = 19,44$
					$U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0,60$
SE	Fachada	25,98	0,47	12,21	$\Sigma A = 25,98$
					$\Sigma A \cdot U = 12,21$
					$U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0,47$
SO					$\Sigma A =$
					$\Sigma A \cdot U =$
					$U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$
C-TER					$\Sigma A =$
					$\Sigma A \cdot U =$
					$U_{Tm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$

SUELOS (U_{Sm})					
Tipos		A (m ²)	U (W/m ² °K)	A·U (W/°K)	Resultados
Suelo		107,7	0,4	43,08	$\Sigma A = 110,56$
Forjado porche		2,86	0,58	1,66	$\Sigma A \cdot U = 44,74$
					$U_{Sm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0,41$

CUBIERTAS Y LUCERNARIOS (U_{Cm} y F_{Lm})					
Tipos		A (m ²)	U (W/m ² °K)	A·U (W/°K)	Resultados
Techo		80,87	0,35	28,3	$\Sigma A = 80,87$
					$\Sigma A \cdot U = 28,30$
					$U_{Cm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0,35$

Tipos		A (m ²)	F	A·F (m ²)	Resultados
					$\Sigma A =$
					$\Sigma A \cdot F =$
					$F_{Lm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A =$

ZONA CLIMÁTICA	D1	Zona de baja carga	0 Zona de alta carga	1
----------------	----	--------------------	----------------------	---

% de huecos	15
-------------	----

HUECOS (U_{Hm} y F_{Hm})					
Tipos		A (m^2)	U ($W/m^2 \text{ } ^\circ K$)	A·U ($W/^\circ K$)	Resultados
Z	Ventanas	0,9375	1,8	1,69	$\Sigma A=$ 0,94
					$\Sigma A \cdot U=$ 178,92
					$U_{Hm}=\Sigma A \cdot U/\Sigma A=$ 0,41

Tipos		A (m^2)	U	F	A·U	A·F (m^2)	Resultados
E							$\Sigma A =$
							$\Sigma A \cdot U =$
							$\Sigma A \cdot F =$
							$U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$
							$F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A =$
O	Ventanas	5,475	1,8	0,45	9,85	4,43	$\Sigma A = 5,48$
							$\Sigma A \cdot U = 9,85$
							$\Sigma A \cdot F = 4,43$
							$U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 1,80$
							$F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A = 0,45$
S							$\Sigma A =$
							$\Sigma A \cdot U =$
							$\Sigma A \cdot F =$
							$U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$
							$F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A =$
SE	Ventanas	11,02	1,8	0,45	19,84	8,93	$\Sigma A = 11,02$
							$\Sigma A \cdot U = 19,84$
							$\Sigma A \cdot F = 8,93$
							$U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 1,80$
							$F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A = 0,45$
SO							$\Sigma A =$
							$\Sigma A \cdot U =$
							$\Sigma A \cdot F =$
							$U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$
							$F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A =$

FICHA 2 CONFORMIDAD - Demanda energética

ZONA CLIMÁTICA	D1	Zona de baja carga	0	Zona de alta carga	1
----------------	----	--------------------	---	--------------------	---

Cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica	$U_{maxproy}^{(1)}$	$U_{max}^{(2)}$
Muros de fachada	0,47	0,86
Primer metro del perímetro de suelos apoyados y muros en contacto con el terreno	0,6	
Particiones interiores en contacto con espacios no habitables	0,41	
Suelos	0,41	0,64
Cubiertas	1,8	0,49
Vidrios de huecos y lucernarios	1,8	3,5
Marcos de huecos y lucernarios		
Medianerías		1

Particiones interiores (edificios de viviendas) ⁽³⁾	$\leq 1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$
--	----------------------------------

MUROS DE FACHADA	
$U_{Mm}^{(4)}$	$U_{Mlim}^{(5)}$
N	0,47
E	0,00
O	0,47
S	0,60
SE	0,47
SO	0,00
$\leq 0,66$	

HUECOS Y LUCERNARIOS			
$U_{Hm}^{(4)}$	$U_{Hlim}^{(5)}$	$F_{Hm}^{(4)}$	$F_{Hlim}^{(5)}$
1,80	3,5	0,00	0
0,00	3,5	0,00	0
1,80	3,5	0,00	0
0,00	3,5	0,00	0
1,80	3,5	0,00	0
0,00	3,5	0,00	0

CERR. CONTACTO TERRENO	
$U_{Tm}^{(4)}$	$U_{Tlim}^{(5)}$
0	0,66

SUELOS	
$U_{Sm}^{(4)}$	$U_{Slim}^{(5)}$
0,41	0,49

CUBIERTAS	
$U_{Cm}^{(4)}$	$U_{Clim}^{(5)}$
0,35	0,38

LUCERNARIOS	
F_{Lm}	F_{Llim}
0,00	0,36

(1) $U_{maxproy}$ corresponde al mayor valor de la transmitancia de los cerramientos o particiones interiores indicados en proyecto.

(2) U_{max} corresponde a la transmitancia térmica máxima definida en la tabla 2,1 para cada tipo de cerramiento o partición interior.

(3) En edificios de viviendas, $U_{maxproy}$ de particiones interiores que limiten unidades de uso con un sistema de calefacción previsto desde proyecto con las zonas comunes no calefactadas.

(4) Parámetros característicos medios obtenidos en la ficha 1.

(5) Valores límite de los parámetros característicos medios definidos en la tabla 2.2.

FICHA 3 CONFORMIDAD - Condensaciones

CERRAMIENTO, PARTICIONES INTERIORES, PUENTES TÉRMICOS										
Tipos	C. Superficiales		C. Intersticiales							
	$f_{Rsi} \geq f_{Rmin}$		$P_n \leq P_{sat,n}$	Capa 1	Capa 2	Capa 3	Capa 4	Capa 5	Capa 6	Capa 7
Fachada	f_{Rsi}	0,88	$P_{sat,n}$	970,63	1823,31	1973,12	2143,4	2202,95		
	f_{Rmin}	0,61	P_n	893,02	1072,9	1079,75	1233,93	1285,32		
Techo porche	f_{Rsi}	0,88	$P_{sat,n}$	1010,22	1746,24	2063,59	2123,13			
	f_{Rmin}	0,61	P_n	996,66	1089,51	2111,84	1285,32			
Cerramiento escaleras	f_{Rsi}	0,85	$P_{sat,n}$	1062,13	1315,17	1892,73	2008,95			
	f_{Rmin}	0,61	P_n	824,43	1006,6	2158	1285,32			
Suelo	f_{Rsi}	0,9	$P_{sat,n}$	1075,13	1783,88	2081,81	2137,55			
	f_{Rmin}	0,61	P_n	1055,87	1150,39	2175,05	1285,32			
Techo	f_{Rsi}	0,91	$P_{sat,n}$	1050,38	1722,19	1962,77	2164,82	2220,92		
	f_{Rmin}	0,61	P_n	842,55	940,6	1263,9	1274,56	2185,32		
	f_{Rsi}		$P_{sat,n}$							
	f_{Rmin}		P_n							
	f_{Rsi}		$P_{sat,n}$							
	f_{Rmin}		P_n							
CUMPLE			CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE

Tabla 2.1 Transmitancia térmica máxima de cerramientos y particiones interiores de la envolvente
U en W/m² K

Cerramientos y particiones interiores	Zonas A	Zonas B	Zonas C	Zonas D
Muros de fachada, particiones interiores en contacto con espacios no habitables, primer metro del perímetro de suelos apoyado sobre el terreno ⁽¹⁾ y primer metro de muros en contacto con el terreno	1,22	1,07	0,95	0,86
Suelos	0,69	0,68	0,65	0,64
Cubiertas	0,65	0,59	0,53	0,49
Vidrios y marcos ⁽²⁾	5,70	5,70	4,40	3,50
Medianerías	1,22	1,07	1,00	1,00

⁽¹⁾ Se incluyen las losas o soleras enterradas a una profundidad no mayor de 0,5 m.

⁽²⁾ Las transmitancias térmicas de vidrios y marcos se compararán por separado

ie térmica

Zonas E

0,74
0,62
0,46
3,10
1,00

Zona Climática A3

Transmitancia límite de muros de fachada y cerramiento en contacto con el terrero	U_{Mlim}	0,94	W/m ² K
Transmitancia límite de suelos	U_{Slim}	0,53	W/m ² K
Transmitación límite de cubiertas	U_{Clim}	0,50	W/m ² K
Factor solar modificado límite de lucernarios	F_{Llim}	0,29	

% de huecos	Transmitancia límite de huecos ⁽¹⁾ U_{Hlim} W/m ² K				Factor so Baja carga inter	
	N	E/O	S	SE/SO	E/O	S
de 0 a 10	5,7	5,7	5,7	5,7		
de 11 a 20	4,7	5,7	5,7	5,7		
de 21 a 30	4,1	5,5	5,7	5,7		
de 31 a 40	3,8	5,2	5,7	5,7		
de 41 a 50	3,5	5,0	5,7	5,7	0,57	
de 51 a 60	3,4	4,8	5,7	5,7	0,50	

Zona Climática A4

Transmitancia límite de muros de fachada y cerramiento en contacto con el terrero	U_{Mlim}	0,94	W/m ² K
Transmitancia límite de suelos	U_{Slim}	0,53	W/m ² K
Transmitación límite de cubiertas	U_{Clim}	0,50	W/m ² K
Factor solar modificado límite de lucernarios	F_{Llim}	0,29	

% de huecos	Transmitancia límite de huecos ⁽¹⁾ U_{Hlim} W/m ² K				Factor so Baja carga inter	
	N	E/O	S	SE/SO	E/O	S
de 0 a 10	5,7	5,7	5,7	5,7		
de 11 a 20	4,7	5,7	5,7	5,7		
de 21 a 30	4,1	5,5	5,7	5,7		
de 31 a 40	3,8	5,2	5,7	5,7	0,57	
de 41 a 50	3,5	5,0	5,7	5,7	0,47	
de 51 a 60	3,4	4,8	5,7	5,7	0,40	0,55

Zona Climática B3

Transmitancia límite de muros de fachada y cerramiento en contacto con el terrero	U_{Mlim}	0,82	W/m ² K
Transmitancia límite de suelos	U_{Slim}	0,52	W/m ² K
Transmitación límite de cubiertas	U_{Clim}	0,45	W/m ² K

Factor solar modificado límite de lucernarios

F_{Llim}

0,30

% de huecos	Transmitancia límite de huecos ⁽¹⁾ U_{Hlim} W/m ² K				Factor so Baja carga inter	
	N	E/O	S	SE/SO	E/O	S
de 0 a 10	5,4	5,7	5,7	5,7		
de 11 a 20	3,8	4,9	5,7	5,7		
de 21 a 30	3,3	4,3	5,7	5,7		
de 31 a 40	3,0	4,0	5,6	5,6		
de 41 a 50	2,8	3,7	5,4	5,4	0,53	
de 51 a 60	2,7	3,6	5,2	5,2	0,46	

Zona Climática B4

Transmitancia límite de muros de fachada y cerramiento en contacto con el terrero

U_{Mlim}

0,82 W/m²K

Transmitancia límite de suelos

U_{Slim}

0,52 W/m²K

Transmitación límite de cubiertas

U_{Clim}

0,45 W/m²K

Factor solar modificado límite de lucernarios

F_{Llim}

0,28

% de huecos	Transmitancia límite de huecos ⁽¹⁾ U_{Hlim} W/m ² K				Factor so Baja carga inter	
	N	E/O	S	SE/SO	E/O	S
de 0 a 10	5,4	5,7	5,7	5,7		
de 11 a 20	3,8	4,9	5,7	5,7		
de 21 a 30	3,3	4,3	5,7	5,7		
de 31 a 40	3,0	4,0	5,6	5,6	0,55	
de 41 a 50	2,8	3,7	5,4	5,4	0,45	
de 51 a 60	2,7	3,6	5,2	5,2	0,39	0,55

Zona Climática C1

Transmitancia límite de muros de fachada y cerramiento en contacto con el terrero

U_{Mlim}

0,73 W/m²K

Transmitancia límite de suelos

U_{Slim}

0,50 W/m²K

Transmitación límite de cubiertas

U_{Clim}

0,41 W/m²K

Factor solar modificado límite de lucernarios

F_{Llim}

0,37

% de huecos	Transmitancia límite de huecos ⁽¹⁾ U_{Hlim} W/m ² K				Factor so Baja carga inter	
	N	E/O	S	SE/SO	E/O	S
de 0 a 10	4,4	4,4	4,4	4,4		
de 11 a 20	3,4	3,9	4,4	4,4		
de 21 a 30	2,9	3,3	4,3	4,3		

de 31 a 40	2,6	3,0	3,9	3,9
de 41 a 50	2,4	2,8	3,6	3,6
de 51 a 60	2,2	2,7	3,5	3,5

Zona Climática C2

Transmitancia límite de muros de fachada y cerramiento en contacto con el terrero U_{Mlim} **0,73** W/m²K

Transmitancia límite de suelos U_{Slim} **0,50** W/m²K

Transmitación límite de cubiertas U_{Clim} **0,41** W/m²K

Factor solar modificado límite de lucernarios F_{Llim} **0,32**

% de huecos	Transmitancia límite de huecos ⁽¹⁾ U_{Hlim} W/m ² K				Factor so Baja carga inter	
	N	E/O	S	SE/SO	E/O	S
de 0 a 10	4,4	4,4	4,4	4,4		
de 11 a 20	3,4	3,9	4,4	4,4		
de 21 a 30	2,9	3,3	4,3	4,3		
de 31 a 40	2,6	3,0	3,9	3,9		
de 41 a 50	2,4	2,8	3,6	3,6	0,59	
de 51 a 60	2,2	2,7	3,5	3,5	0,51	

Zona Climática C3

Transmitancia límite de muros de fachada y cerramiento en contacto con el terrero U_{Mlim} **0,73** W/m²K

Transmitancia límite de suelos U_{Slim} **0,50** W/m²K

Transmitación límite de cubiertas U_{Clim} **0,41** W/m²K

Factor solar modificado límite de lucernarios F_{Llim} **0,28**

% de huecos	Transmitancia límite de huecos ⁽¹⁾ U_{Hlim} W/m ² K				Factor so Baja carga inter	
	N	E/O	S	SE/SO	E/O	S
de 0 a 10	4,4	4,4	4,4	4,4		
de 11 a 20	3,4	3,9	4,4	4,4		
de 21 a 30	2,9	3,3	4,3	4,3		
de 31 a 40	2,6	3,0	3,9	3,9		
de 41 a 50	2,4	2,8	3,6	3,6	0,51	
de 51 a 60	2,2	2,7	3,5	3,5	0,43	

Zona Climática C4

Transmitancia límite de muros de fachada y cerramiento en contacto con el terrero U_{Mlim} **0,73** W/m²K

Transmitancia límite de suelos	U_{Slim}	0,50	W/m ² K
Transmitación límite de cubiertas	U_{Clim}	0,41	W/m ² K
Factor solar modificado límite de lucernarios	F_{Lim}	0,27	

% de huecos	Transmitancia límite de huecos ⁽¹⁾ U_{Hlim} W/m ² K				Factor so Baja carga inter	
	N	E/O	S	SE/SO	E/O	S
de 0 a 10	4,4	4,4	4,4	4,4		
de 11 a 20	3,4	3,9	4,4	4,4		
de 21 a 30	2,9	3,3	4,3	4,3		
de 31 a 40	2,6	3,0	3,9	3,9	0,54	
de 41 a 50	2,4	2,8	3,6	3,6	0,47	
de 51 a 60	2,2	2,7	3,5	3,5	0,38	0,53

Zona Climática D1

Transmitancia límite de muros de fachada y cerramiento en contacto con el terrero	U_{Mlim}	0,66	W/m ² K
Transmitancia límite de suelos	U_{Slim}	0,49	W/m ² K
Transmitación límite de cubiertas	U_{Clim}	0,38	W/m ² K
Factor solar modificado límite de lucernarios	F_{Lim}	0,36	

% de huecos	Transmitancia límite de huecos ⁽¹⁾ U_{Hlim} W/m ² K				Factor so Baja carga inter	
	N	E/O	S	SE/SO	E/O	S
de 0 a 10	3,5	3,5	3,5	3,5		
de 11 a 20	3,0	3,5	3,5	3,5		
de 21 a 30	2,5	2,9	3,5	3,5		
de 31 a 40	2,2	2,6	3,4	3,4		
de 41 a 50	2,1	2,5	3,2	3,2		
de 51 a 60	1,9	2,3	3,0	3,0		

Zona Climática D2

Transmitancia límite de muros de fachada y cerramiento en contacto con el terrero	U_{Mlim}	0,66	W/m ² K
Transmitancia límite de suelos	U_{Slim}	0,49	W/m ² K
Transmitación límite de cubiertas	U_{Clim}	0,38	W/m ² K
Factor solar modificado límite de lucernarios	F_{Lim}	0,31	

% de huecos	Transmitancia límite de huecos ⁽¹⁾ U_{Hlim} W/m ² K				Factor so Baja carga inter	
	N	E/O	S	SE/SO	E/O	S

de 0 a 10	3,5	3,5	3,5	3,5	
de 11 a 20	3,0	3,5	3,5	3,5	
de 21 a 30	2,5	2,9	3,5	3,5	
de 31 a 40	2,2	2,6	3,4	3,4	
de 41 a 50	2,1	2,5	3,2	3,2	
de 51 a 60	1,9	2,3	3,0	3,0	0,49

Zona Climática D3

Transmitancia límite de muros de fachada y cerramiento en contacto con el terrero	U_{Mlim}	0,66	W/m ² K
Transmitancia límite de suelos	U_{Slim}	0,49	W/m ² K
Transmitación límite de cubiertas	U_{Clim}	0,38	W/m ² K
Factor solar modificado límite de lucernarios	F_{Llim}	0,28	

% de huecos	Transmitancia límite de huecos ⁽¹⁾ U_{Hlim} W/m ² K				Factor so Baja carga inter	
	N	E/O	S	SE/SO	E/O	S
de 0 a 10	3,5	3,5	3,5	3,5		
de 11 a 20	3,0	3,5	3,5	3,5		
de 21 a 30	2,5	2,9	3,5	3,5		
de 31 a 40	2,2	2,6	3,4	3,4		
de 41 a 50	2,1	2,5	3,2	3,2	0,50	
de 51 a 60	1,9	2,3	3,0	3,0	0,42	0,61

Zona Climática E1

Transmitancia límite de muros de fachada y cerramiento en contacto con el terrero	U_{Mlim}	0,57	W/m ² K
Transmitancia límite de suelos	U_{Slim}	0,48	W/m ² K
Transmitación límite de cubiertas	U_{Clim}	0,35	W/m ² K
Factor solar modificado límite de lucernarios	F_{Llim}	0,36	

% de huecos	Transmitancia límite de huecos ⁽¹⁾ U_{Hlim} W/m ² K				Factor so Baja carga inter	
	N	E/O	S	SE/SO	E/O	S
de 0 a 10	3,1	3,1	3,1	3,1		
de 11 a 20	3,1	3,1	3,1	3,1		
de 21 a 30	2,6	3,0	3,1	3,1		
de 31 a 40	2,2	2,7	3,1	3,1		
de 41 a 50	2,0	2,4	3,1	3,1		
de 51 a 60	1,9	2,3	3,0	3,0		

lar modificado límite de huecos F_{Hlim}

na	Alta carga interna		
	SE/SO	E/O	S
		0,60	
		0,48	0,51
0,60		0,41	0,57
0,54		0,36	0,51
			0,44
			0,39

lar modificado límite de huecos F_{Hlim}

na	Alta carga interna		
	SE/SO	E/O	S
		0,56	0,57
0,58		0,43	0,59
0,48		0,35	0,49
0,42		0,30	0,42
			0,44
			0,37
			0,32

lar modificado límite de huecos F_{Hlim}

na	Alta carga interna		
SE/SO	E/O	S	SE/SO
	0,57		
	0,45		0,50
0,59	0,38	0,57	0,43
0,52	0,33	0,51	0,38

lar modificado límite de huecos F_{Hlim}

na	Alta carga interna		
SE/SO	E/O	S	SE/SO
	0,55		0,57
0,58	0,42	0,59	0,44
0,48	0,34	0,49	0,36
0,41	0,29	0,42	0,31

lar modificado límite de huecos F_{Hlim}

na	Alta carga interna		
SE/SO	E/O	S	SE/SO

	0,56	0,60
	0,47	0,52
	0,42	0,46

lar modificado límite de huecos F_{Hlim}

na	Alta carga interna		
	SE/SO	E/O	S
		0,60	
		0,47	0,51
		0,40	0,58
0,55		0,35	0,52
			0,43
			0,38

lar modificado límite de huecos F_{Hlim}

na	Alta carga interna		
	SE/SO	E/O	S
		0,55	0,59
		0,43	0,46
0,54		0,35	0,52
0,47		0,31	0,46
			0,39
			0,34

lar modificado límite de huecos F_{Hlim}

na	Alta carga interna		
SE/SO	E/O	S	SE/SO
	0,54		0,56
0,56	0,41	0,57	0,43
0,46	0,34	0,47	0,35
0,39	0,29	0,40	0,30

lar modificado límite de huecos F_{Hlim}

na	Alta carga interna		
SE/SO	E/O	S	SE/SO
	0,54		0,58
	0,45		0,49
	0,40	0,57	0,44

lar modificado límite de huecos F_{Hlim}

na	Alta carga interna		
SE/SO	E/O	S	SE/SO

		0,58		0,61
		0,46		0,49
0,61		0,38	0,54	0,41
0,53		0,33	0,48	0,36

lar modificado límite de huecos F_{Hlim}

na	Alta carga interna		
	SE/SO	E/O	S
		0,54	0,57
		0,42	0,58
0,53		0,35	0,49
0,46		0,30	0,43

lar modificado límite de huecos F_{Hlim}

na	Alta carga interna		
	SE/SO	E/O	S
		0,54	0,56
		0,45	0,60
		0,40	0,54